

Attorney's Docket No.: 836-010815-US (PAR)

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Express Mail No.: EL 627511622 US
Applicant(s): KUUSINEN et al.
Serial No.: 0 /
Filed: Herewith
For: DETERMINATION OF BIT RATE

Group No.:

Examiner:

Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

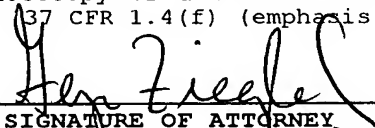
Country :Finland
Application Number :20002903
Filing Date :December 29, 2000

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

Reg. No. 44,004

Tel. No.: (203) 259-1800

Customer No.: 2512


SIGNATURE OF ATTORNEY
Geza C. Ziegler, Jr.

Type or print name of attorney

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 19.12.2001

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

JC979 U.S. PTO
10/036215
12/28/01



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

20002903

Tekemispäivä
Filing date

29.12.2000

Kansainvälinen luokka
International class

H04L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Bittinopeuden määrittäminen"

Hakemus on hakemusdiaariin 19.12.2001 tehdyn merkinnän mukaan siirtynyt **Nokia Corporation** nimiselle yhtiölle, Helsinki.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 19.12.2001 been assigned to **Nokia Corporation**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 300 mk (50 € 1.1.2002 lähtien)
Fee 300 FIM (50 EUR from 1 January 2002)

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

Bittinopeuden määrittäminen – Bestämning av bithastighet

5 Esillä oleva keksintö liittyy bittinopeuden (engl. bit rate) määrittämiseen viestintälaitteessa. Erityisesti, muttei välttämättä, keksintö liittyy bittinopeuden määrittämiseen kolmannen sukupolven matkaviestinverkon viestintälaitteessa.

10 Kaupallisten viestintäverkkojen ja erityisesti solukkoradioverkkojen suosio on viime vuosien aikana ollut voimakkaassa kasvussa. Kasvun syynä on ainakin osittain ollut palvelujen määrän kasvaminen ja laadun paraneminen viestintäverkoissa. Alkuvaiheessa verkot oli suunniteltu tukemaan pääasiassa puheen siirtämistä. Jo nykyään tai lähitulevaisuudessa solukko-verkot tarjoavat monia muitakin palveluja, kuten lyhytsanoma-, kuvaviest- ja multimediapalveluita sekä palveluita, joilla voidaan päästä käsiksi Internet-verkon palveluihin. Jotkut näistä uusista
15 palveluista asettavat verkolle tavanomaista kovempia vaatimuksia esimerkiksi verkon tarjoaman datansiirtonopeuden suhteen.

20 Kainsainvälisessä patenttihakemuksessa WO 00/33592 on esitetty järjestelmä, joka tarjoaa solukko-verkon matkaviestimen käyttäjälle ennusteen siitä, minkälaisen bittinopeuden verkko todennäköisesti pystyisi tarjoamaan yhteydelle, jos käyttäjä perustaisi yhteyden nykyiseltä sijaintipaikaltaan. Odotettavissa oleva bittinopeus määritetään matkaviestimen vastaanottaman signaalin laadun sekä matkaviestimen ja tukiaseman datansiirto-ominaisuuksien perusteella.

25 Kansainvälisessä patenttihakemuksessa WO 00/33592 esitetty menetelmä tarjoaa kuitenkin vain odotettavissa olevan bittinopeuden. Se ei tarjoa reaaliaikaista tai ajantasaista (engl. up-to-date) tietoa jossakin, viestintälaitteen ja verkon välisessä, jo olemassaolevassa yhteydessä saavutetusta todellisesta bittinopeudesta.

30 Nyt on keksitty uusi ratkaisu, jossa pyritään määrittämään ajantasainen tai ainakin lähes ajantasainen bittinopeus. Keksinnön yhtenä tavoitteena on tekniikan tason mukaisia menetelmiä tarkemman estimaatin määrittäminen bittinopeudelle perustuen todelliseen ensimmäisen ja toisen viestintälaitteen väliseen

informaatiiovirtaan. Keksintöä voidaan käyttää viestintälaitteessa meneillään olevan yhteyden optimointiin. Eräs optimoitava yhteys voi olla TCP/IP-yhteys (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), joka voi olla meneillään esimerkiksi kolmannen sukupolven viestintälaitteessa.

5

Keksinnön erään ensimmäisen aspektin mukaisesti toteutetaan menetelmä bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa, joka viestintälaite käsittää protokollapinon informaation välittämiseksi toiselle viestintälaitteelle ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen, joka protokollakerros toteuttaa loogisen kanavan määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, jossa menetelmässä:

10

siirretään ensimmäistä informaatiota protokollakerroksen läpi mainittua loogista kanavaa pitkin.

Menetelmälle on tunnusomaista, että menetelmässä:

15

määritetään bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation perusteella.

Keksinnön erään toisen aspektin mukaisesti toteutetaan menetelmä bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa, joka viestintälaite käsittää protokollapinon informaation vastaanottamiseksi toiselta viestintälaitteelta ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen, joka protokollakerros toteuttaa loogisen kanavan määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, jossa menetelmässä:

20

siirretään ensimmäistä informaatiota protokollakerroksen läpi mainittua loogista kanavaa pitkin.

25

Menetelmälle on tunnusomaista, että menetelmässä:

määritetään bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation perusteella.

30

Keksinnön erään kolmannen aspektin mukaisesti toteutetaan viestintälaite, joka käsittää protokollapinon informaation välittämiseksi toiselle viestintälaitteelle, ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen, joka protokollakerros on järjestetty toteuttamaan loogisen kanavan määrätyn ensimmäisen informaation

siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, joka viestintälaite käsittää:
 suorittavan elimen ensimmäisen informaation siirtämiseksi protokollakerroksen
 läpi mainittua loogista kanavaa pitkin.

Viestintälaitteelle on tunnusomaista, että se käsittää:

- 5 suorittavan elimen bittinopeuden määrittämiseksi mainitulla loogisella kanavalla
 mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation
 perusteella.

- 10 Keksinnön erään neljännen aspektin mukaisesti toteutetaan viestintälaite, joka
 käsittää protokollapinon informaation vastaanottamiseksi toiselta viestintälaitteelta,
 ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen, joka protokollakerros on
 järjestetty toteuttamaan loogisen kanavan määrätyn ensimmäisen informaation
 siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, joka viestintälaite käsittää:
 suorittavan elimen ensimmäisen informaation siirtämiseksi protokollakerroksen
 15 läpi mainittua loogista kanavaa pitkin.

Viestintälaitteelle on tunnusomaista, että se käsittää:

suorittavan elimen bittinopeuden määrittämiseksi mainitulla loogisella kanavalla
 mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation
 perusteella.

20

Mainittu ensimmäinen informaatio on edullisesti varsinaista viestintälaitteelta
 toiselle siirrettävää informaatiota, kuten esimerkiksi dataa, puhetta, videokuvaa, tai
 multimediadataa. Mainittu toinen informaatio on edullisesti viestintälaitteen
 ohjausinformaatiota.

25

Mainittu viestintälaite on edullisesti solukkonverkon päätelaite ja mainittu toinen
 viestintälaite solukkonverkon verkkoelementti. Vaihtoehtoisesti mainittu
 viestintälaite on solukkonverkon verkkoelementti ja mainittu toinen viestintälaite
 solukkonverkon päätelaite. Edullisesti solukkonverkko on kolmannen sukupolven
 30 matkaviestinverkko. Edullisesti viestintälaite on laite, joka kommunikoi käyttäen
 WDCMA-protokollapinoa (Wideband Code Division Multiple Access). Keksinnön
 eräässä sovellutusmuodossa WCDMA-protokollapinoa kommunikointiin käytävä
 viestintälaite on solukkonverkkotoiminnot sisältävä radiokortti, joka on kytketty PC-

tietokoneeseen (Personal Computer). Tässä sovellutusmuodossa bittinopeuden arvo/arvoja voidaan siirtää radiokortilta sovellukselle/sovelluksille PC-tietokoneeseen. Vaihtoehtoisesti mainittu toinen informaatio, jota käytetään bittinopeuden määrittämiseen, voidaan siirtää radiokortilta PC-tietokoneeseen, jolloin bittinopeuden määrittäminen voi tapahtua PC-tietokoneessa.

Edullisesti mainittu protokollakerros, jonka läpi informaatiota siirretään loogisella kanavalle, on WCDMA-protokollapinon MAC-kerros (Medium Access Control).

10 Edullisesti bittinopeus määritetään ohjausinformaation perusteella, jolla kontrolloidaan informaation kulkua loogisella kanavalla. Mainitulla ohjausinformaatiolla tarkoitetaan keksinnön edullisessa sovellutusmuodossa liikennöintiformaattia, jota käytetään loogisella kanavalla kulkevan informaation ohjaamiseen. Mainittu ohjausinformaatio, jonka perusteella bittinopeus
15 määritetään, on edullisesti erillään varsinaisesta siirrettävästä informaatiosta.

Edullisesti informaatio, joka otetaan protokollakerroksesta bittinopeuden määrittystä varten käsittää parametrien TBS (Transmission Block Size) ja TTI (Transmission Time Interval) arvot määrätyllä loogisella kanavalla. Edullisesti se
20 lisäksi käsittää loogisen kanavan ID-tunnisteen loogisen kanavan tunnistamiseksi.

Edullisesti, kun viestintälaite lähettää informaatiota, parametrien TBS ja TTI arvot otetaan WCDMA-protokollapinon MAC-kerroksesta vasteena WCDMA-protokollapinon RLC-kerrokselta tulevan datalohkon siirtämiselle MAC-kerroksen loogiselta kanavalla WCDMA-protokollapinon fyysisen kerroksen liikennöintikanavalle datalohkon lähettämistä varten. Kun viestintälaite vastaanottaa informaatiota, parametrien TBS ja TTI arvot otetaan MAC-kerroksesta edullisesti vasteena WCDMA-protokollapinon fyysisen kerroksen liikennöintikanavalla tulevan datalohkon siirtämiselle MAC-kerroksen loogiselta kanavalla WCDMA-protokollapinon RLC-kerrokseen.

Edullisesti bittinopeuden ensimmäisen ajanjakson aikainen bittinopeus loogisen kanavan ID-tunnisteen identifioimalla loogisella kanavalla määritetään parametrien

TBS ja TTI perusteella, jossa parametrin TBS arvo ilmaisee datan määrän, joka voidaan lähettää parametrin TTI ilmaiseman ajanjakson aikana. Parametrien TBS ja TTI arvot otetaan MAC-kerroksesta bittinopeuden määrittämisvälineille edullisesti vain kerran TTI:n määräämän ajanjakson aikana.

5

Edullisesti bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla määritetään laskutoimituksella, jossa parametrin TBS arvo jaetaan parametrin TTI arvolla.

Edullisesti, määritettyä bittinopeuden arvoa ja/tai keskiarvoa ylläpidetään ja päivitetään viestintälaitteen käytettävissä olevassa muistissa. Keksinnön edullisessa sovellutusmuodossa tämä tapahtuu määrätyssä tietokannassa. Muisti voi sijaita viestintälaitteessa tai viestintälaitteen ulkopuolella. Esimerkiksi tapauksessa, jossa viestintälaitte on solukoverkkotoiminnot sisältävä radiokortti, joka on kytketty PC-tietokoneeseen, viestintälaitteen käytettävissä oleva muisti voi sijaita PC-tietokoneessa. Keskiarvo voidaan laskea juoksevana keskiarvona.

Määritetty bittinopeuden arvo ja/tai keskiarvo tarjotaan (engl. is provided) edullisesti viestintälaitteessa olevien muiden sovellusten ja protokollakerrosten käyttöön. Keksinnön edullisessa sovellutusmuodossa viestintälaitteessa olevat sovellukset ja muut protokollakerrokset voivat kysyä bittinopeuden arvoa tietokannalta. Kyselyyn vasteena saatua bittinopeuden arvoa sovellukset ja muut protokollakerrokset voivat käyttää lähettämänsä informaatiovirran optimointiin.

Keksinnön eräässä sovellutusmuodossa määritetään bittinopeus tietyssä pakettivälitteisessä yhteydessä, PDP-kontekstissa, joka käyttää useampaa kuin yhtä loogista kanavaa nousevan (uplink) ja/tai laskevan (downlink) siirtotien suunnassa. Kokonaisbittinopeuden, tiettyyn suuntaan, määrittämiseksi summataan PDP-kontekstissa tähän suuntaan käytössä olevien loogisten kanavien bittinopeuksien arvot.

30

Keksintöä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

- kuvio 1 esittää osaa kolmannen sukupolven viestintälaitteen protokollatasojen arkkitehtuurista,
- 5 kuvio 2 esittää keksinnön erään sovellutusmuodon mukaista järjestelyä bittinopeuden määrittämiseksi,
- kuvio 3 esittää informaation sisältöä eräässä keksinnön edullisen sovellutusmuodon mukaisessa tietokannassa,
- 10 kuvio 4 on vuokaavio esittäen keksinnön mukaista menetelmää bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa ylössuuntaisessa (engl. uplink) toiminnassa,
- 15 kuvio 5 on vuokaavio esittäen keksinnön mukaista menetelmää bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa alassuuntaisessa (engl. downlink) toiminnassa, ja
- kuvio 6 on lohkoavio esittäen keksinnön toteuttamiseen soveltuvan matkaviestimen lohkoja.
- 20
- 25 Kuviossa 1 on esitetty osaa kolmannen sukupolven matkaviestinverkon UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) päätelaitteen protokollatasojen arkkitehtuurista. Kuvion 1 päätelaite käyttää WCDMA-tekniikkaa. Päätelaite tukee sekä pakettivälitteistä että piirikytkentäistä tiedonsiirtoa.
- 30 Kuviossa 1 on esitetty päätelaitteen WCDMA-protokollakerrokset: PDCP (Packet Data Convergence Protocol) 101, RLC-U (Radio Link Control – User plane) 102, MAC (Medium Access Control) 103 ja fyysinen kerros (engl. Physical Layer) 104.
- Ylössuuntaisessa toiminnassa (datan lähetys päätelaitteelta tukiasemalle, nouseva siirtotie) PDCP-kerros suorittaa lähetettävien pakettien otsakkeiden (engl. header) kompressoinnin. Kompressointia tarvitaan, jotta voidaan paremmin hyödyntää järjestelmän käytössä olevat rajalliset radioresurssit.

Alassuuntaisessa toiminnassa (tukiasemalta lähetetyn datan vastaanotto päätelaitteessa, laskeva siirtotie) PDCP-kerros purkaa vastaanotettujen pakettien otsakkeiden kompressoinnin. Pakettien otsakkeiden kompressointi ja
 5 kompressoinnin purkaminen voidaan tehdä ainakin TCP/IP-pakettien tai UDP/IP-pakettien (User Datagram Protocol/Internet Protocol) kyseessä ollessa. PDCP-kerroksen toimintaa ohjaa PDCP-hallintalohko 111.

Eri tyyppiset sovellukset ja palvelut on UMTS-järjestelmässä jaettu eri luokkiin,
 10 jotka vaativat erilaista palvelun laatua QoS (Quality of Service). Esimerkiksi päätelaitteen www-selainsovellus (world wide web browser application) ja streaming-sovellukset (esim. pakettipohjainen video streaming –sovellus) asettavat erilaisia vaatimuksia yhteyden eri parametreille, kuten bittinopeudelle tai jäännösbittivirhesuhteelle. Sovellukset voivat asettaa vaatimuksia myös
 15 uudelleenlähetysten käytölle ja niin edelleen. Palvelun laatuun QoS liittyvän informaation kertoo PDCP-kerrokselle PDP-konteksti (Packet Data Protocol) 121, 122. Samalla päätelaitteella voi olla yksi tai useampia samanaikaisia PDP-konteksteja verkon kanssa. NSAPI (Network layer Service Access Point Identifier) on tunniste, joka identifioi PDP-kontekstin PDCP-kerroksen tasolla. PDP-konteksteja
 20 konteksteja käytetään pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa. Sen sijaan piirikytkentäiset sovellukset 123, jotka siis toteuttavat piirikytkentäistä palvelua, (esim. puhelu tai piirikytkentäinen datapuhelu (esim. videopuhelu)), eivät käytä PDCP-kerrosta 101 ollenkaan vaan ne toimivat RLC-U –kerroksen päällä ilman PDCP-kerrosta.

25

Lähetettävät paketit kulkevat ylössuuntaisessa toiminnassa PDCP-kerrokselta RLC-U –kerroksen RLC-U –yksiköille 131-132. RLC-U –yksiköt identifioidaan RAB_ID-tunnisteen (Radio Access Bearer IDentifier) avulla siten, että kutakin NSAPI:a vastaa yksi RAB_ID-tunniste. RLC-U –kerroksen toimintaa ohjaa RLC –
 30 ohjauslohko.

RLC-U –yksikkö kohdentaa (engl. map) PDCP-kerroksen sille siirtämät paketit yhdelle tai useammalle loogiselle kanavalle ja siirtää datapaketit MAC-kerrokselle

103. Loppujen lopuksi, yksi PDP-konteksti voi käyttää yhtä tai useampaa loogista kanavaa.

5 Piirikytkentäisten sovellusten yhteydessä RLC-U –yksikkö 133 saa lähetettävän informaatiovuon suoraan piirikytkentäiseltä sovellukselta 123. Piirikytkentäisten sovellusten yhteydessä informaatiovuo voi sisältää pelkkää puheinformaatiota (puhepuhelu), dataa (datapuhelu) tai molempia (esim. multimediapuhelu). RLC-U –yksikkö välittää informaationvuon MAC-kerroksen loogiselle kanavalle.

10 Vastaanotetut datapaketit kulkevat alassuuntaisessa toiminnassa RLC-U –yksikköjen läpi vastakkaiseen suuntaan kuin lähetettävät paketit ylössuuntaisessa toiminnassa. Niiden reitti kulkee MAC-kerroksen loogisilta kanavilta RLC-U –yksikköjen kautta PDCP-kerrokseen.

15 MAC-kerroksessa datapaketit kulkevat MAC-kerroksen loogisilla kanavilla. Ylössuuntaisessa toiminnassa MAC-kerros kohdentaa loogisilla kanavilla liikkuvat datapaketit ja informaatiovuon fyysisen kerroksen liikennöintikanaville (engl. transport channel) radioteitse tapahtuvaa lähetystä varten. MAC-kerros jakaa (engl. assign) käytettävissä olevat radioresurssit eri loogisten kanavien kesken
20 siten, etteivät käytettävissä olevat radioresurssit ylitä. Ideaalisesti tämä tapahtuu sillä tavalla, että käytettävissä olevia radioresursseja käytetään kuitenkin mahdollisimman tehokkaasti.

Alassuuntaisessa toiminnassa MAC-kerros vastaanottaa datapaketit ja
25 piirikytkentäisen palvelun informaatiovuon fyysiseltä kerrokselta loogisille kanavilleen ja välittää datapaketit ja informaatiovuon eteenpäin RLC-U –yksiköille. MAC-kerroksen loogiset kanavat identifioidaan loogisen kanavan ID-tunnisteen avulla. Loogiset kanavat ovat yksisuuntaisia.

30 Ylössuuntaisessa toiminnassa fyysinen kerros 104 suorittaa pakettivälitteisen datan ja piirikytkentäisen palvelun informaatiovuon kanavakoodauksen ja lomituksen sekä huolehtii sen lähettämisestä tukiasemalle. Alassuuntaisessa toiminnassa fyysinen kerros suorittaa tukiasemalta lähetetyn pakettivälitteisen

datan ja piirikytkentäisen palvelun informaatiovuon vastaanottamisen, lomituksen purkamisen ja kanavadekoodauksen.

5 Kuvion 1 vasemmassa laidassa näkyvät ohjaustoimintolohkot 105, jotka on kytketty (engl. coupled) edellä selostettuihin protokollakerroksiin. Puhelunohjauslohko CC (engl. Call Control) suorittaa piirikytkentäisten palveluiden ohjaamiseen liittyviä toimenpiteitä. Se muun muassa hyväksyy ja hylkää puhelunmuodostuspyyntöjä. Liikkuvuudenhallintalohko MM (engl. Mobility Management) suorittaa päätelaitteen sijainninseurantaan liittyviä toimenpiteitä
10 piirikytkentäisissä yhteyksissä.

Istunnonhallintalohko SM (engl. Session Management) suorittaa muun muassa toimenpiteitä liittyen PDP-kontekstien aktivointiin, muokkaamiseen ja purkamiseen (engl. deactivate). Se ohjaa RRC-kerroksen kanssa protokollapinon konfigurointia
15 pakettivälitteisessä toiminnassa. GMM-lohko (GPRS Mobility Management, General Packet Radio System) vastaa liikkuvuudenhallinnasta (esim. kanavanvaihto, engl. handover) pakettivälitteisessä toiminnassa.

20 RRC-kerros on protokollakerros, joka vastaa monenlaisen ohjausinformaation merkinannosta päätelaitteen ja verkon välillä. RRC-kerros asettaa alempien protokollakerrosten (MAC-kerros ja fyysinen kerros) ohjausparametrit ja se vastaa suurelta osin yhteydenmuodostuksesta päätelaitteen ja verkon välillä.

25 RLC-C -kerros (Radio Link Control - Control plane) suorittaa määrättyjä toimenpiteitä liittyen merkinantoviestien lähettämiseen päätelaitteen ja verkon välillä. Merkinantoviestien siirtämiseen osallistuva RLC-C -kerros ja varsinaisen käyttäjädatan (engl. user data) (eli varsinaisen siirrettävän informaation) siirtämiseen osallistuva RLC-U -kerros (RLC-U -yksiköt) yhdessä muodostavat RLC-kerroskokonaisuuden.

30

Tietyn yhteyden NSAPI- ja RAB_ID-tunniste sekä yhteyden käyttämien loogisten kanavien ID-tunnisteet ovat ohjaustoimintolohkojen 105 tiedossa. Ohjaustoimintolohkojen tiedossa on myös loogisen kanavan suunta

(ylössuuntainen toiminta UL (=uplink) / alassuuntainen toiminta DL (=downlink)).

Radioresurssien jakaminen WCDMA-järjestelmässä tapahtuu seuraavalla tavalla. Kun yhteys perustetaan päätelaitteen ja verkon välille tai kun suoritetaan

5 radioresurssien uudelleenjakaminen, RRC-kerros jakaa jokaiselle yhteydessä käytettävälle MAC-kerroksen loogiselle kanavalle joukon liikennöintiformaatteja. Liikennöintiformaattien joukko (engl. transport format set) 141-144 käsittää yhden tai useampia liikennöintiformaatteja 1A, 1B, 1C; 2A, 2B; 3A, 3B; 4A. Liikennöintiformaatti on tyypillisesti tietorakenne, joka sisältää ohjausinformaatiota,

10 jolla ohjataan informaation lähetystä ja vastaanottoa. Mainittuun ohjausinformaatioon kuuluu muun muassa parametrit TBS (Transport Block Size) ja TTI (Transmission Time Interval). Liikennöintiformaatti määrää täten sen datalohkon koon TBS (Transport Block Size), joka datalohko voidaan loogisen kanavan kautta lähettää ajanjakson TTI (Transmission Time Interval) aikana.

15 Tyypillisiä parametrin TBS arvoja ovat esimerkiksi 80, 160, 320, 640 tai 1280 bittiä. Parametri TTI on sama liikennöintiformaattijoukon kaikille liikennöintiformaateille. Se on 10 ms:n kerrannainen, esimerkiksi 30 ms.

Datalohkojen lähetysten aikana MAC-kerros voi itsenäisesti valita, mitä

20 liikennöintiformaattia loogiselle kanavalle jaetusta liikennöintiformaattien joukosta se käyttää kunkin datalohkon lähetyksessä. Jos useita loogisia kanavia on aktiivisina samanaikaisesti, MAC-kerros valitsee eri loogisilla kanavilla käytettävät liikennöintiformaatit siten, etteivät käytettävissä olevat radioresurssit ylitä. Toisaalta MAC-kerros valitsee liikennöintiformaatit siten, että radioresurssit ovat

25 kuitenkin mahdollisimman tehokkaassa käytössä. Liikennöintiformaattien joukkoa, joka muodostuu samaan aikaan eri loogisilla kanavilla käytetyistä liikennöintiformaateista, nimitetään liikennöintiformaattien yhdistelmäksi (engl. transport format combination). Kuviossa 1 on esitetty kaksi eri liikennöintiformaattien yhdistelmää. Ensimmäisessä yhdistelmässä 151 loogisella

30 kanavalla 1 on käytössä liikennöintiformaatti 1B, loogisella kanavalla 2 liikennöintiformaatti 2B, loogisella kanavalla 3 liikennöintiformaatti 3A ja loogisella kanavalla 4 (piirikytkentäinen palvelu) vakioliikennöintiformaatti 4A. Toisessa yhdistelmässä 152 looginen kanava 1 käyttää liikennöintiformaattia 1A, looginen

kanava 2 liikennöintiformaattia 2A, looginen kanava 3 liikennöintiformaattia 3B ja looginen kanava 4 vakioliikennöintiformaattia 4A.

5 Alassuuntaisessa toiminnassa informaatiovuo (datalohkot) kulkee kuviossa 1 alhaalta ylöspäin. Jotta MAC-kerros osaa lukea fyysiseltä kerrokselta vastaanottamansa datalohkot oikein, sen tulee tietää, mitä liikennöintiformaattia on käytetty lähetyspäässä. Lähetyspäässä lähetettävän datalohkon yhteyteen liitetään liikennöintiformaatti-indikaattori TFI (Transport Format Indicator) eli määrätty bittikuvio, joka vastaanottopäässä (esim. päätelaitteessa) kertoo MAC-
10 kerrokselle sen, mitä liikennöintiformaattia on käytetty lähetyspäässä (esim. verkon puolella).

Keksintöä selostetaan seuraavassa esimerkin avulla viitaten kuvioon 2, joka havainnollistaa keksinnön erästä edullista sovellutusmuotoa, joka toteutetaan
15 kolmannen sukupolven matkaviestinverkon päätelaitteessa. Kuviosta 1 tutut protokollakerrokset PDCP 101, RLC-U 102, MAC 103 ja WCDMA-fyysinen kerros 104 on esitetty kuvion oikeassa reunassa. Kuviosta 1 tutut ohjaustoimintolohkot 105 on esitetty kuvion keskellä yhteisessä lohkoissa. Ohjaustoimintolohkot 105 on kytketty mainittuihin protokollatasoihin 101-104 sekä tietokantalohkoon 209.
20 Käyttäjän protokollat 206, joita voivat olla muun muassa IP (Internet Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), HTTP (HyperText Transfer Protocol) sekä WAP (Wireless Application Protocol), ovat protokollapinossa PDCP-kerroksen päällä. Sovelluskerros 207 on käyttäjän protokollien 206 päällä.

25 MAC-kerros on kytketty bittinopeuden estimointilohkoon 208, joka puolestaan on kytketty tietokantalohkoon 209. Käyttäjän protokollat 206 ja sovelluskerros 207 voivat tehdä bittinopeuskyselyjä tietokantalohkolta 209.

30 Keksinnön erään edullisen sovellutusmuodon mukaan, kun MAC-kerros välittää loogiselta kanavaltaan datalohkon liikennöintikanavalle fyysiseen kerrokseen, MAC-kerrokselta siirretään keksinnölliseen bittinopeuden estimointilohkoon kyseessä olevan loogisen kanavan ID-tunniste ja parametrien TBS ja TTI arvot.

Jos loogisia kanavia on vain yksi, loogisen kanavan ID-tunnisteen käyttö ei kaikissa tapauksissa ole täysin välttämätöntä, jolloin myöskään loogisen kanavan ID-tunnisteen siirtäminen MAC-kerrokselta bittinopeuden estimointilohkoon ei kaikissa tapauksissa ole aivan välttämätöntä.

5

Bittinopeuden estimointilohko 208 laskee parametrien TBS ja TTI avulla bittinopeuden kyseisellä loogisella kanavalla. Laskennan yksityiskohtia selostetaan lähemmin kuvion 4 selostuksen yhteydessä.

- 10 Bittinopeuden estimointilohko lähettää laskemansa bittinopeuden ja loogisen kanavan ID-tunnisteen tietokantalohkoon 209, joka keksinnön mukaan ylläpitää yhteyksien tietoja tietokannassa. Tietokantalohko on siis kytketty ohjaustoimintolohkoihin 105, joilta tietokantalohko saa loogisen kanavan ID-tunnistetta vastaavat NSAPI:n ja RAB_ID-tunnisteen arvot sekä loogisen kanavan
- 15 suunnan (UL/DL).

- Käyttäjän protokollat 206 ja sovelluskerroksen 207 sovellukset voivat suorittaa kyselyitä tietokantalohkolta 209. Ne voivat kysyä tietokantalohkolta, mikä bittinopeus saavutetaan NSAPI:n identifioimassa yhteydessä (PDP-kontekstissa)
- 20 ylössuuntaisessa tai alassuuntaisessa toiminnassa. Tietokantalohkolle toimitetaan tällöin NSAPI ja tieto suunnasta (UL/DL). Vasteena kyselyyn tietokantalohko palauttaa tiedon bittinopeudesta kyselyn tekijälle. Käyttäjän protokollien ja sovelluskerroksen sovellusten suorittamien kyselyiden yksityiskohtiin palataan myöhemmin tässä selityksessä. Tietokanta voidaan toteuttaa monella
- 25 vaihtoehtoisella tavalla, joihin palataan keksinnön vaihtoehtoisten sovellutusmuotojen selostuksen yhteydessä.

- Kuviossa 3 havainnollistetaan tietoja, jotka tietokantalohkon ylläpitämä tietokanta edullisesti käsittää. Tietokanta 31 voi nyt esitettävien tietojen lisäksi käsittää
- 30 muitakin tietoja, kuten keksinnön vaihtoehtoisten sovellutusmuotojen yhteydessä tullaan selostamaan.

Kuvio 3 esittää myös erästä mahdollista tietokantarakennetta tietokannalle 31,

mutta alan ammattimiehelle on selvää, että tietokanta 31 voidaan toteuttaa ohjelmallisesti myös muulla tavalla poikkeamatta keksinnön tunnusmerkeistä. Esimerkiksi yhden keskitetyn tietokannan sijaan jokaiselle eri loogiselle kanavalle on mahdollista alustaa oma tietokanta.

5

Kuvion 3 esimerkkitapauksessa tietokannan 31 sarakkeessa 301 "Loogisen kanavan ID" ilmaistaan loogisen kanavan ID-tunniste. Sarakkeessa 302 "UL/DL" ilmaistaan loogisen kanavan suunta, joka on joko alas-suunta (solukko-verkon tukiasemalta päätelaitteelle päin, downlink direction) tai ylös-suunta (pätelaitteelta tukiasemalle päin, uplink direction). Tässä esimerkkitapauksessa ylös-suuntaa merkitään luvulla 1 ja alas-suuntaa luvulla 0. Sarakkeessa 303 "NSAPI" on PDP-kontekstin NSAPI-tunniste, joka vastaa loogisen kanavan ID-tunnistetta. Sarakkeessa 304 "RAB_ID" on RAB_ID-tunniste, joka vastaa loogisen kanavan ID-tunnistetta. Kaikki edellä mainitut tunnisteet ja yhteyden suunta ovat edullisesti tyypiltään kokonaislukuja. RAB_ID-tunnisteen oleminen tietokannassa ei ole kaikissa tapauksissa välttämätöntä, sillä NSAPI:a vastaava RAB_ID – tunniste voidaan tarvittaessa hakea ohjaustoimintolohkoilta. Tyypillisesti kaikki muut tunnisteet voidaan hakea ohjaustoimintolohkoilta loogisen kanavan ID-tunnisteen perusteella. Muiden tunnisteiden olemassaolo tietokannassa 31 kuitenkin helpottaa prosessointityötä esimerkiksi sovelluskerroksen sovelluksen suorittamaan bittinopeuskyselyyn vastattaessa, koska tällöin tarvittavat tunnisteet löytyvät suoraan tietokannasta 31, eikä niitä tarvitse erikseen kysyä ohjaustoimintolohkoilta.

20

25

Sarakkeessa 305 "Bittinopeus" ylläpidetään bittinopeuden estimointilohkon laskemaa ja tietokantalohkolle lähettämää bittinopeuden arvoa (arvot 1-4) kullakin, loogisen kanavan ID-tunnisteen identifioimalla, loogisella kanavalla. Yksinkertaisimmillaan tietokanta koostuu ainoastaan loogisten kanavien ID-tunnisteista sekä bittinopeuksien arvoista.

30

Kuviossa 3 tietokannan 31 sarakkeet on täytetty vastaamaan kuvion 1 esimerkkitapausta, jossa NSAPI, joka saa arvon 1, on kohdennettu RAB_ID:hen, jonka arvo on 1, joka RAB_ID puolestaan on kohdennettu kahdelle MAC-

kerroksen eri loogiselle kanavalle, joiden ID-tunnisteet ovat 1 ja 2. NSAPI, joka saa arvon 2, on kohdennettu RAB_ID:hen, jonka arvo on 2, joka RAB_ID puolestaan on kohdennettu yhdelle MAC-kerroksen loogiselle kanavalle, jonka ID-tunniste on 3. RAB_ID, joka saa arvon 3, on kohdennettu yhdelle MAC-kerroksen loogiselle kanavalle, jonka ID-tunniste on 4. Piirikytkentäinen sovellus (jonka RAB_ID siis tässä on 3) ei käytä PDPC-kerrosta ollenkaan, joten sillä ei ole NSAPI-tunnistetta. Koska kuvio 1 esittää informaation lähetystä, ovat kaikki loogiset kanavat 1-4 ylössuuntaisia (UL/DL=1).

10 Kuvion 4 vuokaaviossa on havainnollistettu keksinnön erään edullisen sovellutusmuodon mukaista menetelmää bittinopeuden määrittämiseksi solukkon verkon matkaviestimessä ylössuuntaisessa toiminnassa. Aluksi muodostetaan yhteys päätelaitteen ja verkon välille (lohko 41). Yhteydenmuodostuksesta päätelaitteessa vastaa pääosin RRC-lohko.

15 Yhteydenmuodostuksen tuloksena syntyy datalohkojen lähettämistä (ja vastaanottamista) varten yksi tai useampia datavirtoja, niin sanottuja dataputkia (data pipes), PDPC-kerroksesta RLC-U –kerroksen ja MAC-kerroksen läpi fyysiseen kerrokseen. Dataputki voi haaroittua RLC-U –yksiköstä useammalle kuin yhdelle MAC-kerroksen loogiselle kanavalle.

20 RRC-lohko jakaa MAC-kerroksen kullekin loogiselle kanavalle liikennöintiformaattien joukon (lohko 42). Tietokantalohkon tietokanta alustetaan lohkoissa 43. Alustamisessa tietokantalohko hakee perustetussa yhteydessä käytettävät loogisten kanavien ID-tunnisteet, NSAPI:n, RAB_ID –tunnisteen
25 ohjaustoimintolohkoilta ja kirjoittaa ne tietokantaan.

Varsinaisen tiedonsiirron alkaessa MAC-kerros saa lähetettävät datalohkot RLC-U –kerrokselta. Datalohkon lähetystä varten MAC-kerros valitsee kullakin lähettävällä loogisella kanavalla käytettävän liikennöintiformaatin (lohko 44)
30 liikennöintiformaattien joukosta, jonka RRC-lohko aikaisemmin spesifioi. Tämän jälkeen lähetetään datalohko (lohko 45). Datalohkojen lähetyksessä MAC-kerros kohdentaa loogiset kanavat fyysisen kerroksen liikennöintikanaville. Lähetettävät datalohkot siirtyvät kohdentamisen seurauksena fyysiseen kerrokseen, joka

fyysinen kerros huolehtii datalohkojen varsinaisesta lähettämisestä radiotielle. Alan ammattimiehelle on selvää, että MAC-kerros tekee datalohkoille muitakin toimenpiteitä kuin vain välittää ne eteenpäin fyysiselle kerrokselle radiotielle lähetystä varten. MAC-kerros suorittaa esimerkiksi määrättyjä salaukseen (engl. ciphering) liittyviä toimenpiteitä.

Kun MAC-kerros siirtää loogiselta kanavaltaan datalohkon fyysiseen kerrokseen lähetettäväksi, MAC-kerros antaa bittinopeuden estimointilohkoon kyseessä olevan loogisen kanavan ID-tunnisteen ja parametrien TBS ja TTI arvot (lohko 46).

10

Kuten edellä on mainittu, liikennöintiformaatti määrää koon TBS datalohkolle, joka siirretään RLC-U –yksiköltä MAC-kerroksen loogisen kanavan kautta fyysisen kerroksen liikennöintikanavalle lähetystä varten ajanjakson TTI aikana. Luonnollisesti datalohkon siirtäminen tapahtuu vain, jos RLC-U –yksiköllä on lähetettävää (lähetettävä datalohko). Jos taas RLC-U –yksiköllä on enemmän kuin yhden TBS:n verran dataa lähetettävänä, loput datalohkot lähetetään MAC-kerroksen ohjaamina seuraavan tai seuraavien lähetyisaikavälien TTI aikana. Eri lähetyisaikaväleissä TTI voidaan lähettää eri määrä dataa riippuen kyseessä olevassa aikavälissä käytettävästä liikennöintiformaatista, joka siis määrää kyseessä olevassa aikavälissä lähetettävän datalohkon koon parametrilla TBS. Kuten jo aikaisemminkin on todettu, liikennöintiformaatit eri lähetyisaikaväleille TTI eri loogisille kanaville (eli liikennöintiformaattien kombinaation) valitsee MAC-kerros itsenäisesti riippuen käsillä olevasta lähetettävän datan määrästä kullakin hetkellä.

25

Koska parametrien TBS ja TTI arvot toimitetaan MAC-kerrokselta bittinopeuden estimointilohkolle aina, kun MAC-kerrokselta siirtyy datalohko fyysiseen kerrokseen, bittinopeuden estimointilohko voi laskea bittinopeuden, joka kyseisen TTI:n aikana saavutetaan loogisen kanavan ID:n identifioimalla loogisella kanavalla. Bittinopeus lasketaan (lohko 47) jakamalla datalohkon koko TBS lähetyisaikavälillä TTI. Jos esimerkiksi TBS on 640 bittiä ja TTI on 30 ms, saadaan bittinopeudeksi $640/0.030$ bit/s eli noin 21,3 kbit/s, joka edustaa bittinopeutta kyseisellä loogisella kanavalla kyseisellä 30 ms:n aikavälillä. Nimitetään kyseistä

30

bittinopeutta hetkelliseksi bittinopeudeksi (engl. instantaneous bit rate).

5 Riittää, että parametrien TBS ja TTI arvot sekä loogisen kanavan ID-tunniste toimitetaan kerran aikavälin TTI aikana. Jos loogisella kanavalla ei kulje datalohkoja, ei myöskään parametrien TBS ja TTI arvoja toimiteta bittinopeuden estimointilohkolle. Tästä bittinopeuden estimointilohko edullisesti päättelee, että looginen kanava on IDLE-tilassa, eli että sen kautta ei lähetetä dataa kyseisen lähetysaikavälin TTI aikana.

10 Bittinopeuden estimointilohko siirtää laskemansa bittinopeuden kyseisen loogisen kanavan ID-tunnisteen kanssa tietokantalohkolle, joka päivittää kyseisen loogisen kanavan ID-tunnisteen perusteella bittinopeuden arvon tietokantaan oikean loogisen kanavan kohdalle (lohko 48). Jos parametrien TBS ja TTI arvoja ei ole toimitettu TTI:n aikana bittinopeuden estimointilohkolle, MAC kerros ei ole siirtänyt
15 datalohkoa fyysiseen kerrokseen lähetystä varten kyseisen TTI:n aikana, eikä bittinopeuden arvoa päivitetä tietokannassa, vaan edellinen bittinopeuden arvo jätetään voimaan. Tällöin bittinopeuden arvo tietokannassa edustaa lähinnä käytettävissä olevaa maksimibittinopeutta kyseisellä loogisella kanavalla olettaen, että kyseisen loogisen kanavan käyttämää liikennöintiformaattia ei ole muutettu.
20 Lohkosta 48 siirrytään jälleen lohkon 45 seuraavan datalohkon lähettämistä varten. Nuoli lohkosta 48 jatkuu katkoviivalla piirrettynä lohkon 44, jossa voidaan valita loogiselle kanavalle uusi liikennöintiformaatti datalohkon lähetystä varten.

25 Kuvion 5 vuokaaviossa on havainnollistettu keksinnön mukaista menetelmää bittinopeuden määrittämiseksi solukkonverkon matkaviestimessä alassuuntaisessa toiminnassa. Vastaavasti kuin, mitä on esitetty kuvion 4 selostuksen yhteydessä, muodostetaan yhteys verkon ja päätelaitteen välille (lohko 51).

30 RRC-lohko jakaa MAC-kerroksen kullekin loogiselle kanavalle joukon liikennöintiformaatteja (lohko 52). Sen, mitä liikennöintiformaattien joukkoa yhteydessä tullaan käyttämään, RRC-lohko on sopinut toisen yhteysosapuolen eli tässä esimerkkitapauksessa verkon kanssa yhteyden muodostamisvaiheessa. Tietokantalohkon tietokanta alustetaan lohkoissa 53 vastaavasti kuin lohkoissa 43

tehtiin. Tämän jälkeen aloitetaan datalohkojen vastaanotto (lohko 54). Jotta MAC-kerros osaa lukea vastaanottamia datalohkoja, MAC-kerros määrittää ensin kullakin vastaanottavalla loogisella kanavalla käytettävän liikennöintiformaatin (lohko 55). Kuten edellä on selostettu, lähettäjä (verkko) on liittänyt

5 liikennöintiformaatti-indikaattorin (TFI) lähettämänsä datalohkon yhteyteen. MAC-kerros käyttää tätä tietoa liikennöintiformaatin määrittämiseen.

Datalohkon vastaanotossa MAC-kerros välittää fyysiseltä kerrokselta tulleen datalohkon RLC-U -yksikölle RLC-U -kerrokseen. Kun MAC-kerros välittää

10 datalohkon, MAC-kerros antaa bittinopeuden estimointilohkoon kyseessä olevan loogisen kanavan ID-tunnisteen ja parametrien TBS ja TTI arvot (lohko 56).

Bittinopeuden estimointilohko laskee bittinopeuden, joka kyseisen TTI:n aikana saavutetaan loogisen kanavan ID:n identifioimalla loogisella kanavalla. Bittinopeus

15 lasketaan (lohko 57) jakamalla vastaanotetun datalohkon koko TBS lähetysaikavälillä TTI vastaavalla tavalla, kuin datalohkojen lähettämisen yhteydessä on selostettu. Jos MAC-kerros ei välitä datalohkoja, ei myöskään parametrien TBS ja TTI arvoja toimiteta bittinopeuden estimointilohkolle.

Bittinopeuden estimointilohko siirtää laskemansa bittinopeuden kyseisen loogisen kanavan ID-tunnisteen kanssa tietokantalohkolle, joka päivittää kyseisen loogisen kanavan ID-tunnisteen perusteella bittinopeuden arvon tietokantaan oikean loogisen kanavan kohdalle (lohko 58). Jos parametrien TBS ja TTI arvoja ei ole toimitettu bittinopeuden estimointilohkolle, tietokantalohkolle ei lähetetä

20 bittinopeuden arvoa tietokannan päivitystä varten. Lohkosta 58 siirrytään jälleen lohkoksi 54 seuraavan datalohkon vastaanottamista varten.

Esitetään seuraavassa muutamia muita keksinnön edullisia ja vaihtoehtoisia sovellutusmuotoja. Loogisella kanavalla käytettävä liikennöintiformaatti voidaan vaihtaa hetkellä, jolla ensimmäinen lähetysaikaväli päättyy ja toinen lähetysaikaväli alkaa. Vastaavasti liikennöintiformaatin vaihtuessa myös bittinopeus voi vaihtua. Bittinopeus voi heilahdella voimakkaasti riippuen siitä, mikä liikennöintiformaattien joukon liikennöintiformaatti loogisella kanavalla

30

kulloinkin on käytössä. Tämän takia on tietokannassa tarkoituksenmukaista ylläpitää ajantasaisen eli kulloinkin meneillään olevan (tai edellisen juuri loppuneen) lähetyisaikavälin TTI bittinopeuden lisäksi bittinopeuden keskiarvoja, jotta voidaan saada kokonaiskuva bittinopeuden pitemmän ajan käyttäytymisestä.

5

Keksinnön eräässä vaihtoehtoisessa sovellutusmuodossa tietokantalohkon tietokannassa ylläpidetään kunkin loogisen kanavan kohdalla meneillään olevan (tai juuri kuluneen) lähetyisaikavälin bittinopeuden (hetkellinen bittinopeus) lisäksi bittinopeuden keskiarvoa. Tämä tehdään edullisesti juoksevan keskiarvon muodossa. Juoksevassa bittinopeuden keskiarvossa otetaan huomioon määrätty määrä (esim. kymmenen) viimeisiä bittinopeuden estimointilohkon laskemia bittinopeuksia tietylle loogiselle kanavalle. Kun tietokantalohko saa bittinopeuden estimointilohkolta uuden bittinopeuden, tietokantalohko päivittää juoksevaa bittinopeuden keskiarvoa summaamalla kymmenen viimeistä hetkellistä bittinopeuden arvoa ja jakamalla summan luvulla kymmenen ja tallentamalla tuloksen tietokantaan. Tässä sovellutusmuodossa tietokannassa ylläpidetään siis kerrallaan kymmentä viimeistä bittinopeuden arvoa sekä näiden keskiarvoa.

10

15

Jos lähetyisaikaväli TTI muuttuu näiden kymmenen jakson aikana, ei keskiarvo välttämättä edusta täysin oikeaa arvoa bittinopeuden todelliselle keskiarvolle. Lähetyisaikavälin TTI pituus voi muuttua, jos MAC-kerros saa kesken olemassaolevaa yhteyttä uuden liikennöintiformaattien joukon, jossa parametrin TTI arvo on erilainen kuin edellisessä liikennöintiformaattien joukossa. Tarkempi bittinopeuden arvo saadaan tässä tapauksessa summasta $\sum [a_i (TBS/TTI)_i]$, missä indeksi i juoksee luvusta 1 lukuun 10, $(TBS/TTI)_i$ on hetkellinen bittinopeus lähetyisaikavälissä i ja a_i on painokerroin lähetyisaikavälissä i . Painokerroin a_i lasketaan kullekin lähetyisaikavälille i yhtälöstä $a_i = TTI_i / (\sum TTI_i)$, jossa TTI_i on lähetyisaikavälin i pituus ja $\sum TTI_i$ kaikkien lähetyisaikavälien pituuksien summa (tässä kymmenen viimeisen lähetyisaikavälin summa). Tässä keksinnön vaihtoehtoisessa sovellutusmuodossa tietokantalohko laskee bittinopeuden keskiarvon edellä mainitulla kaavalla bittinopeuden esimointilohkon sille toimittamien hetkellisten bittinopeuksien perusteella.

20

25

30

Keksinnön eräässä toisessa vaihtoehtoisessa sovellutusmuodossa lasketaan juoksevan keskiarvon sijaan kiinteä keskiarvo. Tällöin keskiarvon laskentaan otetaan määrätystä ajanhetkestä (esim. PDP-kontekstin aktivointihetkestä) lähtien kaikki bittinopeuden estimointilohkon tietokantalohkolle toimittamat bittinopeuden arvot.

Keksinnön eräässä toisessa sovellutusmuodossa tietokantalohko ylläpitää tietoa MAC-kerroksen kokonaiskapasiteetista. Tietokantalohko skannaa ja summaa jaksollisesti (esim. 0.2 sekunnin välein) kaikkien loogisten kanavien bittinopeuksien arvot koko MAC-kerroksen kokonaisbittinopeuden saamiseksi ja kirjoittaa kokonaisbittinopeuden arvon tietokantaan. Tässä on otettava huomioon se, että jos lähetys/vastaanotto ei ole käynnissä, bittinopeuden arvo tietokannassa ei välttämättä edusta todellista bittinopeutta, vaan lähinnä käytettävissä olevaa maksimikapasiteettia loogisella kanavalla. Jos siis jokin looginen kanava on IDLE-tilassa, eikä siis lähetä/vastaanota datalohkoja, tietokannassa kyseisen loogisen kanavan kohdalla voi olla "vanhentunut" bittinopeuden arvo, koska arvoa päivitetään keksinnön edullisessa sovellutusmuodossa vain, kun lähetys/vastaanotto on käynnissä. Kyseinen vanhentunut bittinopeuden arvo jätetään kokonaisbittinopeuden määrittämisessä huomioimatta. Tietokantalohko voi esimerkiksi pitää kirjaa ajanhetkistä, jolloin viimeinen bittinopeuden arvon päivitys on tehty ja päätellä bittinopeuden arvon olevan "vanhentunut", jos viimeinen päivitys on tehty nykyhetkestä taaksepäin laskettuna oleellisesti enemmän kuin yksi lähetysaikaväli TTI sitten.

Edellä keksinnön erään edullisen sovellutusmuodon selostuksen yhteydessä (sekä datan lähetykseen että datan vastaanottoon liittyvät esimerkkitapaukset) mainittiin, että jos loogisella kanavalla ei kulje datalohkoja, ei myöskään parametrien TBS ja TTI arvoja toimiteta bittinopeuden estimointilohkolle. Lisäksi todettiin, että jos parametrien TBS ja TTI arvoja ei ole toimitettu TTI:n aikana bittinopeuden estimointilohkolle, ei myöskään bittinopeuden arvoa päivitetä tietokannassa, vaan edellinen bittinopeuden arvo jätetään voimaan.

Keksinnön eräässä vaihtoehtoisessa sovellutusmuodossa toimitaan kuitenkin eri

tavalla. Jos loogisella kanavalla ei kulje datalohkoja, parametrien TBS ja TTI arvoja ei edelleenkään toimiteta bittinopeuden estimointilohkolle. Tästä bittinopeuden estimointilohko päätelee, että looginen kanava on IDLE-tilassa, eli että sen kautta ei kulje dataa kyseisen lähetysaikavälin TTI aikana. Tässä

5 sovellutusmuodossa bittinopeuden estimointilohko täten lähettää bittinopeuden arvon 0 tietokantalohkolle yhdessä loogisen kanavan ID-tunnisteen kanssa. Tietokantalohko päivittää tietokantaa ID-tunnisteen määräämän loogisen kanavan kohdalta bittinopeuden arvolla 0. Tällä tavalla tietokanta voidaan pitää ajan tasalla myös silloin, kun dataa ei lähetetä/vastaanoteta.

10

Kuten aiemmin on vihjattu, käyttäjän protokollat ja sovelluskerroksen sovellukset voivat kysyä bittinopeuksien hetkellisiä arvoja ja/tai keskiarvoja tietokantalohkolta. Kysyminen tapahtuu määrättyssä ohjelmapirosessissa. Riippuen tietokantalohkolta saamastaan vastauksesta protokollat ja sovellukset voivat sitten sopeuttaa omaa

15 toimintaansa.

Keksinnön eräässä sovellutusmuodossa pakettipohjainen videosovellus kysyy tietokantalohkolta, mikä bittinopeus saavutetaan tietyssä NSAPI:n identifioimassa yhteydessä (PDP-kontekstissa) ylössuuntaisessa toiminnassa. PDP-konteksti voi

20 käyttää yhtä tai useampaa yksittäistä loogista kanavaa (PDP-konteksti voidaan kohdentaa yhdelle tai useammalle loogiselle kanavalle), joten bittinopeus tietyssä PDP-kontekstissa voidaan saada summaamalla PDP-kontekstin käytössä olevien loogisten kanavien bittinopeudet. Videosovellus lähettää ohjelmapirosessissa tietokantalohkolle kyseisen NSAPI:n ja tiedon suunnasta (UL). Tietokantalohko

25 hakee NSAPI:n ja suunnan (UL) perusteella niiden loogisten kanavien bittinopeuden arvot, jotka loogiset kanavat toimivat ylös-suuntaan NSAPI:n identifioimassa PDP-kontekstissa. Tietokantalohko summaa eri loogisten kanavien bittinopeuden arvot, jotta se saa NSAPI:n identifioimassa yhteydessä käytössä olevan kokonaisbittinopeuden. Pyynnöstä riippuen tietokantalohko voi palauttaa

30 video-sovellukselle viimeisen lähetysaikavälin TTI aikaisen kokonaisbittinopeuden tai kyseisessä PDP-kontekstissa käytössä olevien eri loogisten kanavien bittinopeuksien juoksevan keskiarvon summan tai molemmat. Oletusarvona tietokantalohko palauttaa videosovellukselle vasteena video-sovelluksen

tekemään kyselyyn kyseisessä PDP-kontekstissa käytössä olevien eri loogisten kanavien bittinopeuksien viimeisen lähetysaikavälin TTI aikaisten bittinopeuksien summan. Tämä edustaa kokonaisbittinopeuden arvoa kyseisessä PDP-kontekstissa MAC-kerroksen tasolla.

5

Saatuaan vastauksen videosovellus voi sopeuttaa protokollapinoon lähettämänsä datavuon saatavilla olevan MAC-kerroksen bittinopeuden perusteella. Esimerkiksi, videosovellus voi vähentää lähetettävän datan määrää videovirrassa (engl. video stream), jos saatavilla oleva bittinopeus on alhainen. Datan määrää videovirrassa voidaan vähentää esimerkiksi alentamalla lähetettävän kuvan resoluutiota tai kehyksen toistotaajuutta (engl. frame repetition rate). Videosovellus voi vaihtoehtoisesti tai lisäksi lisätä tai vähentää videovirran kompressointia saatavilla olevan bittinopeuden perusteella. Saatavilla olevaa bittinopeutta edustaa tässä vasteena kyselyyn saatu bittinopeuden arvo. Toisin sanoen videosovellus olettaa, että sen vasteena kyselyyn saama bittinopeuden arvo edustaa bittinopeutta, joka voidaan saavuttaa kyseisellä ajanhetkellä.

10

15

20

25

Keksinnön eräässä toisessa sovellutusmuodossa TCP/IP-pino (kuuluu käyttäjän protokolliin (kuvio 2)) kysyy vastaavalla tavalla bittinopeuden tietokantalohkolta ja päättää bittinopeuden perusteella IP-hyötykuorman päästä päähän kompressoinnin (engl. end-to-end IP payload compression) aloittamisesta tai lopettamisesta. Vaihtoehtoisesti tai lisäksi TCP/IP-pino voi säätää "TCP - liukuva ikkuna" -mekanismia bittinopeuden perusteella esimerkiksi siten, että ikkunan kokoa pienennetään, jos saatavilla oleva bittinopeus on alhainen ja ikkunan kokoa suurennetaan, jos saatavilla oleva bittinopeus on suuri. Esimerkiksi tällä tavalla keksintö tarjoaa välineet TCP/IP-yhteyden optimointiin.

30

Keksinnön eräässä vaihtoehtoisessa sovellutusmuodossa hetkellisiä bittinopeuden arvoja ja/tai bittinopeuden keskiarvoja siirretään automaattisesti tietokantalohkolta käyttäjän protokollille ja/tai sovelluskerroksen sovelluksille. Sovelluksesta käsin voidaan ohjelmaprosessissa esimerkiksi käskä, milloin arvojen siirtäminen aloitetaan ja milloin se lopetetaan.

Vielä, keksinnön eräässä sovellutusmuodossa määritetään kahden tai useamman PDP-kontekstin kokonaisbittinopeus tiettyyn suuntaan summaamalla bittinopeudet niistä loogisista kanavista, jotka ovat käytössä kyseisissä PDP-konteksteissa kyseiseen suuntaan, tai summaamalla eri PDP-konteksteille saadut bittinopeusarviot.

Vielä, keksinnön eräässä sovellutusmuodossa lasketaan arvio todelliselle bittinopeudelle jonkin muun protokollakerroksen kuin MAC-kerroksen tasalla. Esimerkiksi PDCP-kerroksen läpäisykyvyille (engl. throughput) voidaan laskea arvio MAC-kerroksen tasolla määritetyn bittinopeuden perusteella ottamalla huomioon eri protokollakerroksissa lisättyjen ja/tai poistettujen otsakkeiden sekä ohjausinformaation vaikutus.

Keksintö toteutetaan viestintälaitteessa pääosin ohjelmallisesti. Kuviossa 6 on esitetty keksinnön toteuttamiseen soveltuvan matkaviestimen lohkokaavio. Matkaviestin 60 käsittää prosessointivälineet CPU, radio-osan RF ja käyttöliittymän UI. Radio-osa RF ja käyttöliittymä UI ovat kytketyt prosessointivälineisiin CPU. Käyttöliittymä UI käsittää näytön ja näppäimistön matkaviestimen 60 käyttämiseksi. Prosessointivälineet CPU käsittävät mikroprosessorin (ei näytetty kuviossa 6), muistin MEM ja ohjelmiston SW. Matkaviestimen 60 ohjelmisto SW on tallennettu muistiin MEM, joka edullisesti käsittää sekä käyttömuistin RAM (Random Access Memory) että lukumuistin ROM (Read Only Memory). Mikroprosessori ohjaa ohjelmiston SW perusteella matkaviestimen 60 toimintaa, kuten radio-osan käyttöä ja tietojen esittämistä käyttöliittymällä UI ja käyttöliittymältä UI vastaanotettavien syötteiden lukemista. Ohjelmisto SW käsittää WCDMA-protokollapinon, jonka mukaan radio-osa RF lähettää ja vastaanottaa datalohkoja langattomasti antenninsa ANT avulla. WCDMA-protokollapino käsittää MAC-kerroksen. Keksinnön mukaisen bittinopeuden määrittämisen ja tietokannan ylläpitämisen toteuttaa mikroprosessori ohjelmiston SW ja muistin MEM avulla. Keksinnön mukainen tietokanta on toteutettu matkaviestimen 60 käytettävissä olevassa muistissa. Lisäksi matkaviestin 60 voi käsittää mikrofoniin ja kaiuttimen (ei näytetty kuviossa 6) puhesignaalin vastaanottamiseksi ja toistamiseksi.

Keksintöä voidaan päätelaitteen lisäksi käyttää bittinopeuden määrittämiseen myös toisen yhteysosapuolen (engl. peer) WCDMA-protokollapinossa. Toisella yhteysosapuolella tarkoitetaan tässä solukkonverkon verkkoelementtiä, esim. tukiasemaa, joka lähettää dataa päätelaitteelle ja/tai vastaanottaa dataa päätelaitteelta.

Tässä selityksessä on esitetty keksinnön toteutusta ja sovellutusmuotoja esimerkkien avulla. Alan ammattimiehelle on ilmeistä, ettei keksintö rajoitu edellä esitettyjen sovellutusmuotojen yksityiskohtiin ja että keksintö voidaan toteuttaa muussakin muodossa poikkeamatta keksinnön tunnusmerkeistä. Esitettyjä sovellutusmuotoja tulisi siis pitää valaisevina, muttei rajoittavina. Siten keksinnön toteutus- ja käyttömahdollisuuksia rajoittavatkin ainoastaan oheistetut patenttivaatimukset. Vaatimusten määrittelemät erilaiset keksinnön toteutusvaihtoehdot, myös ekvivalenttiset toteutukset kuuluvat keksinnön piiriin.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa, joka viestintälaite käsittää protokollapinon informaation välittämiseksi toiselle viestintälaitteelle ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen, joka protokollakerros toteuttaa loogisen kanavan määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, jossa menetelmässä:

siirretään ensimmäistä informaatiota protokollakerroksen läpi mainittua loogista kanavaa pitkin, **tunnettu** siitä, että menetelmässä:

määritetään bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation perusteella.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä:

valitaan protokollakerroksesta mainittu toinen informaatio, joka ilmaisee, kuinka paljon ensimmäistä informaatiota siirretään tietyn ensimmäisen ajanjakson aikana, mainittua loogista kanavaa pitkin, protokollakerroksen läpi; ja

määritetään mainitun protokollakerroksesta valitun toisen informaation perusteella ensimmäisen ajanjakson aikainen bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että bittinopeus määritetään mainitun toisen informaation perusteella, joka toinen informaatio on ohjausinformaatiota, jolla kontrolloidaan informaation kulkua mainitulla loogisella kanavalla.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että bittinopeus määritetään mainitulle toiselle viestintälaitteelle siirrettävästä ensimmäisestä informaatiosta erillään olevan toisen informaation perusteella, joka toinen informaatio on ohjausinformaatiota, joka on järjestetty ohjaamaan mainitun protokollakerroksen toimintaa.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että loogisella kanavalla kulkevan ensimmäisen informaation ohjaamiseen käytetään määrättyä liikennöintiformaattia, ja bittinopeus määritetään mainitulla loogisella kanavalla käytössä olevan liikennöintiformaatin perusteella.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu protokollapino on WCDMA-protokollapino (Wideband Code Division Multiple Access) ja että viestintälaite kommunikoi mainitun toisen viestintälaitteen kanssa WCDMA-protokollapinoa käyttäen.
7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu protokollakerros, jonka läpi ensimmäistä informaatiota siirretään loogisella kanavalla, on WCDMA-protokollapinon MAC-kerros (Medium Access Control).
8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu viestintälaite on solukkonverkon langaton viestintälaite ja toinen viestintälaite solukkonverkon verkkoelementti.
9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu viestintälaite on solukkonverkon verkkoelementti ja toinen viestintälaite solukkonverkon langaton viestintälaite.
10. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu liikennöintiformaatti käsittää parametrit TBS (Transmission Block Size) ja TTI (Transmission Time Interval), ja bittinopeus määrättyllä loogisella kanavalla määritetään mainittujen parametrien arvojen perusteella.
11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittuja loogisia kanavia toteutetaan mainitun protokollakerroksen läpi enemmän kuin yksi, ja loogiset kanavat identifioidaan määrättyllä loogisen kanavan ID-tunnisteella.

- 5 12. Patenttivaatimusten 10 ja 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä määritetään ensimmäisen ajanjakson aikainen bittinopeus loogisen kanavan ID-tunnisteen identifioidulla loogisella kanavalla parametrien TBS ja TTI perusteella, jossa parametrin TBS arvo määrää datan määrän, joka voidaan lähettää parametrin TTI määräämän ajanjakson aikana.
- 10 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että parametrin TTI arvo määrää mainitun ensimmäisen ajanjakson pituuden.
- 15 14. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu toinen informaatio, jonka perusteella bittinopeus määritetään, otetaan WCDMA-protokollapinon MAC-kerroksesta vasteena WCDMA-protokollapinon RLC-kerrokselta tulevan datalohkon siirtämiselle MAC-kerroksen loogiselta kanavalta WCDMA-protokollapinon fyysisen kerroksen liikennöintikanavalle datalohkon lähettämistä varten.
- 20 15. Patenttivaatimusten 12 ja 14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu toinen informaatio, jonka perusteella bittinopeus määritetään, otetaan mainitusta protokollakerroksesta vain kerran mainitun ensimmäisen ajanjakson aikana.
- 25 16. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla määritetään laskutoimituksella, jossa parametrin TBS arvo jaetaan parametrin TTI arvolla.
- 30 17. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että bittinopeuden arvo määritetään mainitulla loogisella kanavalla toistuvasti.
18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittua toistuvasti määritettyä bittinopeuden arvoa ylläpidetään ja päivitetään viestintälaitteen käytettävissä olevassa muistissa.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä lasketaan bittinopeuden keskiarvo mainitulla loogisella kanavalla.

5

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu keskiarvo lasketaan juoksevana keskiarvona.

10

21. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittua keskiarvoa ylläpidetään ja päivitetään viestintälaitteen käytettävissä olevassa muistissa.

15

22. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä tarjotaan määritetyn bittinopeuden arvo määrätylle sovellukselle viestintälaitteessa.

20

23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että käytetään mainittua sovellukselle tarjottua bittinopeuden arvoa sovelluksen tuottaman informaatiovirran optimointiin.

25

24. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä tarjotaan määritetty bittinopeus määrätylle toiselle protokollakerrokselle viestintälaitteessa.

30

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että käytetään mainittua toiselle protokollakerrokselle tarjottua bittinopeuden arvoa mainitun toisen protokollakerroksen lähettämän informaatiovirran optimointiin.

26. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittuja loogisia kanavia toteutetaan mainitun protokollakerroksen läpi enemmän kuin yksi, ja että määrätty PDP-konteksti (Packet Data Protocol) käyttää enemmän kuin yhtä loogista kanavaa ensimmäisen informaation lähettämiseen mainitulle toiselle viestintälaitteelle, jossa menetelmässä:

määritetään määrätyn PDP-kontekstin kokonaisbittinopeus mainitun ajanjakson aikana määrätyssä suunnassa (UL/DL) summaamalla PDP-kontekstissa mainitussa suunnassa käytettävien loogisten kanavien bittinopeuksien arvot.

5

27. Menetelmä bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa, joka viestintälaite käsittää protokollapinon informaation vastaanottamiseksi toiselta viestintälaitteelta ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen, joka protokollakerros toteuttaa loogisen kanavan määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, jossa menetelmässä:

10

siirretään ensimmäistä informaatiota protokollakerroksen läpi mainittua loogista kanavaa pitkin, **tunnettu** siitä, että menetelmässä:

15

määritetään bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation perusteella.

28. Patenttivaatimuksen 27 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu viestintälaite käsittää WCDMA-protokollapinon ja että mainittu toinen informaatio, jonka perusteella bittinopeus määritetään, otetaan WCDMA-protokollapinon MAC-kerroksesta.

20

29. Viestintälaite (60), joka käsittää protokollapinon informaation välittämiseksi toiselle viestintälaitteelle, ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen (103), joka protokollakerros on järjestetty toteuttamaan loogisen kanavan (141-144) määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, joka viestintälaite käsittää:

25

suorittavan elimen (CPU) ensimmäisen informaation siirtämiseksi protokollakerroksen (103) läpi mainittua loogista kanavaa pitkin, **tunnettu** siitä, että viestintälaite käsittää:

30

suorittavan elimen (CPU, 208) bittinopeuden määrittämiseksi mainitulla loogisella kanavalla (141-144) mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation perusteella.

30. Patenttivaatimuksen 29 mukainen viestintälaitte, **tunnettu** siitä, että viestintälaitte käsittää:

5 suorittavan elementin (CPU) mainitun toisen informaation valitsemiseksi protokollakerroksesta, joka toinen informaatio ilmaisee, kuinka paljon ensimmäistä informaatiota siirretään tietyn ensimmäisen ajanjakson aikana, mainittua loogista kanavaa pitkin, protokollakerroksen läpi; ja

10 suorittavan elementin (CPU, 208) ensimmäisen ajanjakson aikaisen bittinopeuden määrittämiseksi, mainitulla loogisella kanavalla, mainitun protokollakerroksesta valitun toisen informaation perusteella.

31. Patenttivaatimuksen 29 mukainen viestintälaitte, **tunnettu** siitä, että se käsittää suorittavan elimen (CPU, 208) bittinopeuden arvon määrittämiseksi mainitulla loogisella kanavalla toistuvasti.

- 15 32. Patenttivaatimuksen 31 mukainen viestintälaitte, **tunnettu** siitä, että se käsittää tietokannan (209) mainittua toistuvasti määritettyä bittinopeuden arvoa ylläpidetään ja päivitetään viestintälaitteen käytettävissä olevassa muistissa.

- 20 33. Patenttivaatimuksen 29 mukainen viestintälaitte, **tunnettu** siitä, että se käsittää suorittavan elimen (CPU, 208, 209) bittinopeuden keskiarvon laskemiseksi mainitulla loogisella kanavalla.

- 25 34. Patenttivaatimuksen 33 mukainen viestintälaitte, **tunnettu** siitä, että se käsittää suorittavan elimen (CPU, 208, 209) mainitun keskiarvon laskemiseksi juoksevana keskiarvona.

- 30 35. Patenttivaatimuksen 33 mukainen viestintälaitte, **tunnettu** siitä, että se käsittää tietokannan (209) mainitun keskiarvon ylläpitämiseksi ja päivittämiseksi.

36. Viestintälaitte (60), joka käsittää protokollapinon informaation vastaanottamiseksi toiselta viestintälaitteelta, ja joka protokollapino käsittää

protokollakerroksen (103), joka protokollakerros on järjestetty toteuttamaan loogisen kanavan (141-144) määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen läpi, joka viestintälaite käsittää:

5 suorittavan elimen (CPU) ensimmäisen informaation siirtämiseksi protokollakerroksen (103) läpi mainittua loogista kanavaa pitkin, **tunnettu** siitä, että viestintälaite käsittää:

suorittavan elimen (CPU, 208) bittinopeuden määrittämiseksi mainitulla loogisella kanavalla (141-144) mainitusta protokollakerroksesta saatavissa olevan toisen informaation perusteella.

10

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä bittinopeuden määrittämiseksi viestintälaitteessa (60), joka viestintälaite käsittää protokollapinon informaation välittämiseksi toiselle viestintälaitteelle ja joka protokollapino käsittää protokollakerroksen (103), joka protokollakerros toteuttaa loogisen kanavan (141-144) määrätyn ensimmäisen informaation siirtämiseksi mainitun protokollakerroksen Menetelmässä siirretään ensimmäistä informaatiota protokollakerroksen (103) läpi mainittua loogista kanavaa (141-144) pitkin. Menetelmässä määritetään bittinopeus mainitulla loogisella kanavalla (141-144) mainitusta protokollakerroksesta (103) saatavissa olevan toisen informaation perusteella. Keksinnön kohteena on myös menetelmä, joka kohdistuu bittinopeuden määrittämiseen tapauksessa, jossa viestintälaite (60) vastaanottaa informaatiota. Keksinnön kohteena ovat myös vastaavat lähettävät ja vastaanottavat viestintälaitteet (60).

Kuvio 2.

1/6

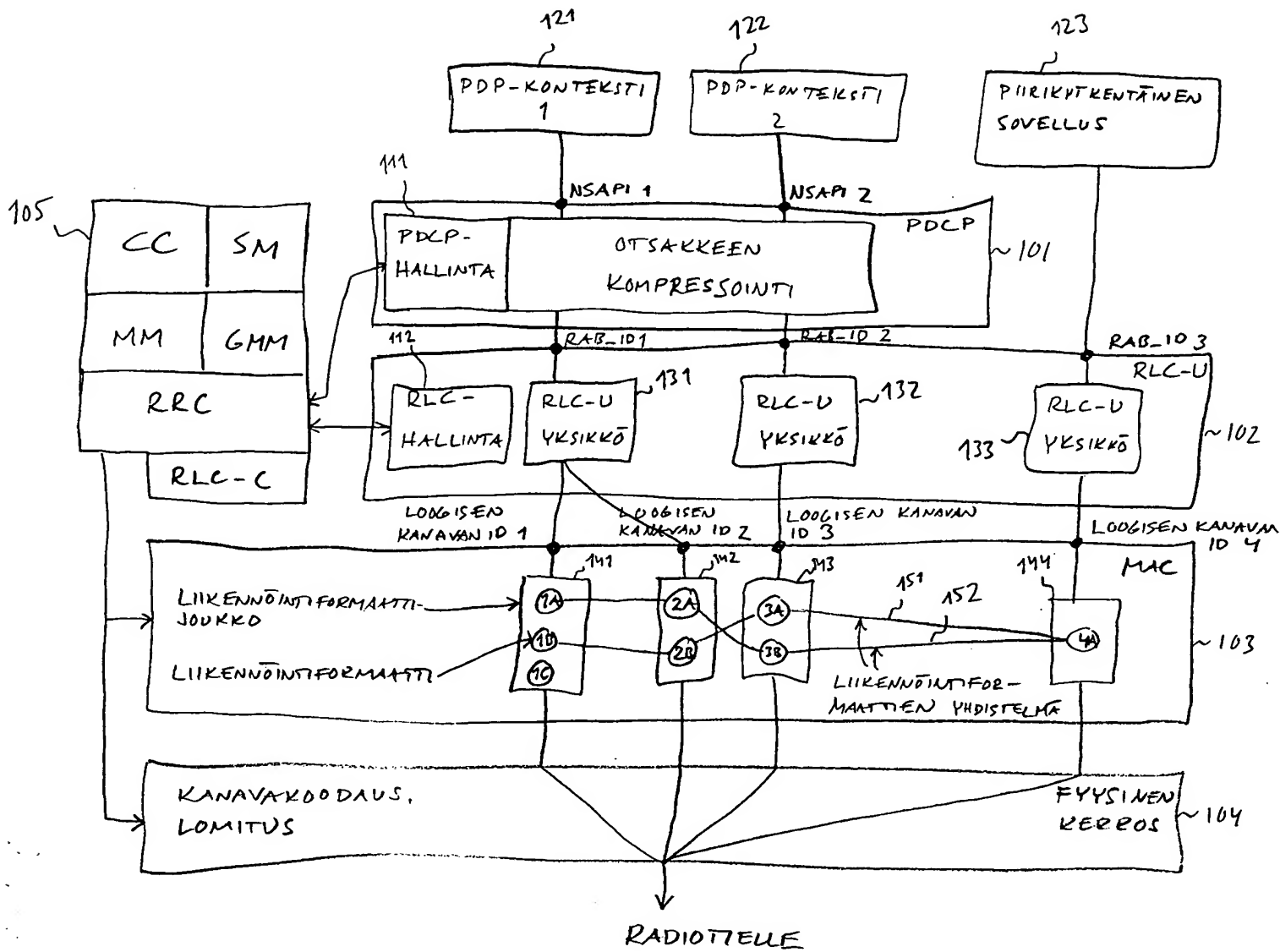


FIG. 1

2/6

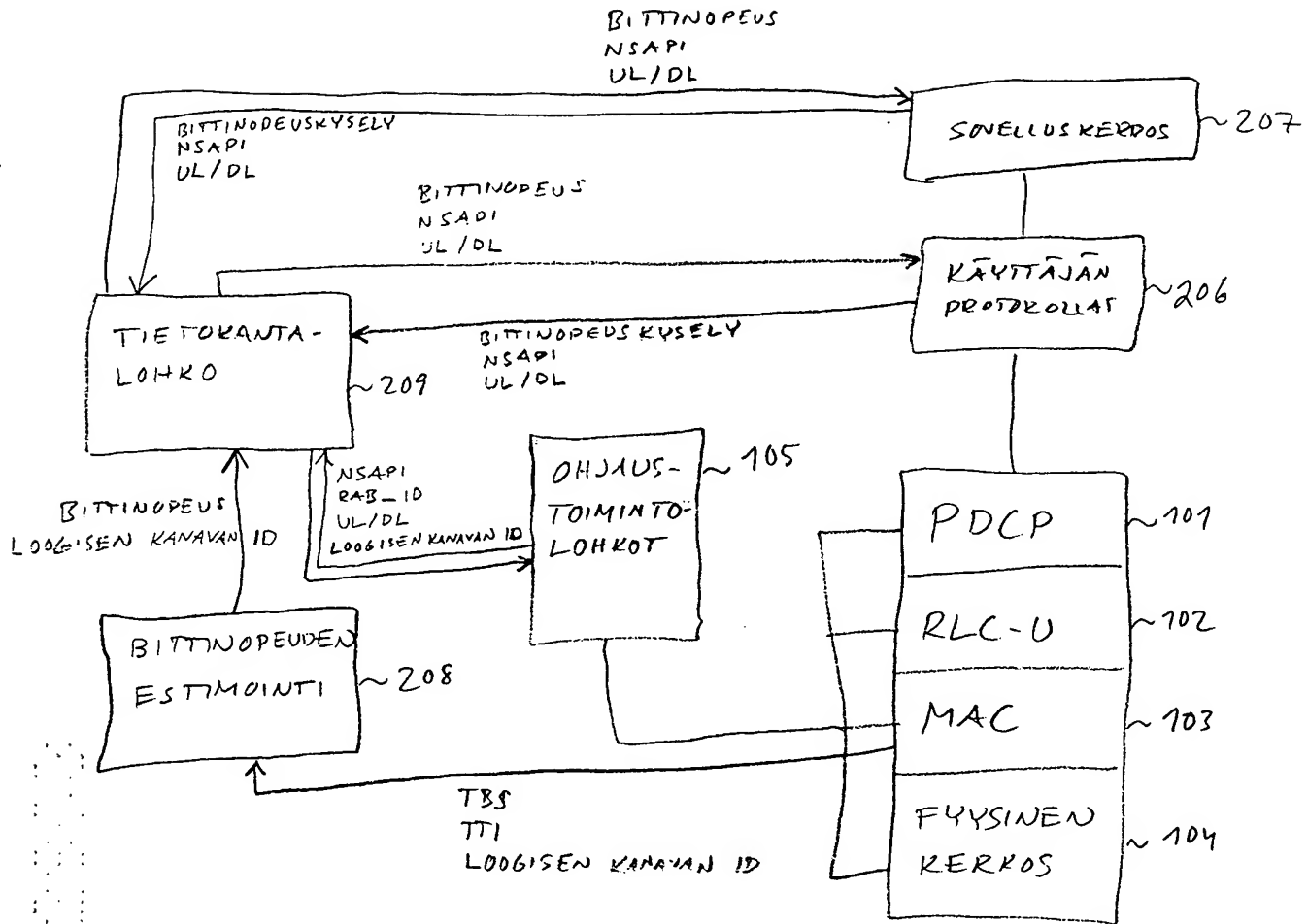


FIG. 2

3 / 6

31

LOGISEN KANAVAN ID	UL/DL (UL=1, DL=0)	NSAPI	RAB_ID	BITTINOPEUS
1	1	1	1	ARVO 1
2	1	1	1	ARVO 2
3	1	2	2	ARVO 3
4	1	-	3	ARVO 4

FIG. 3

4/6

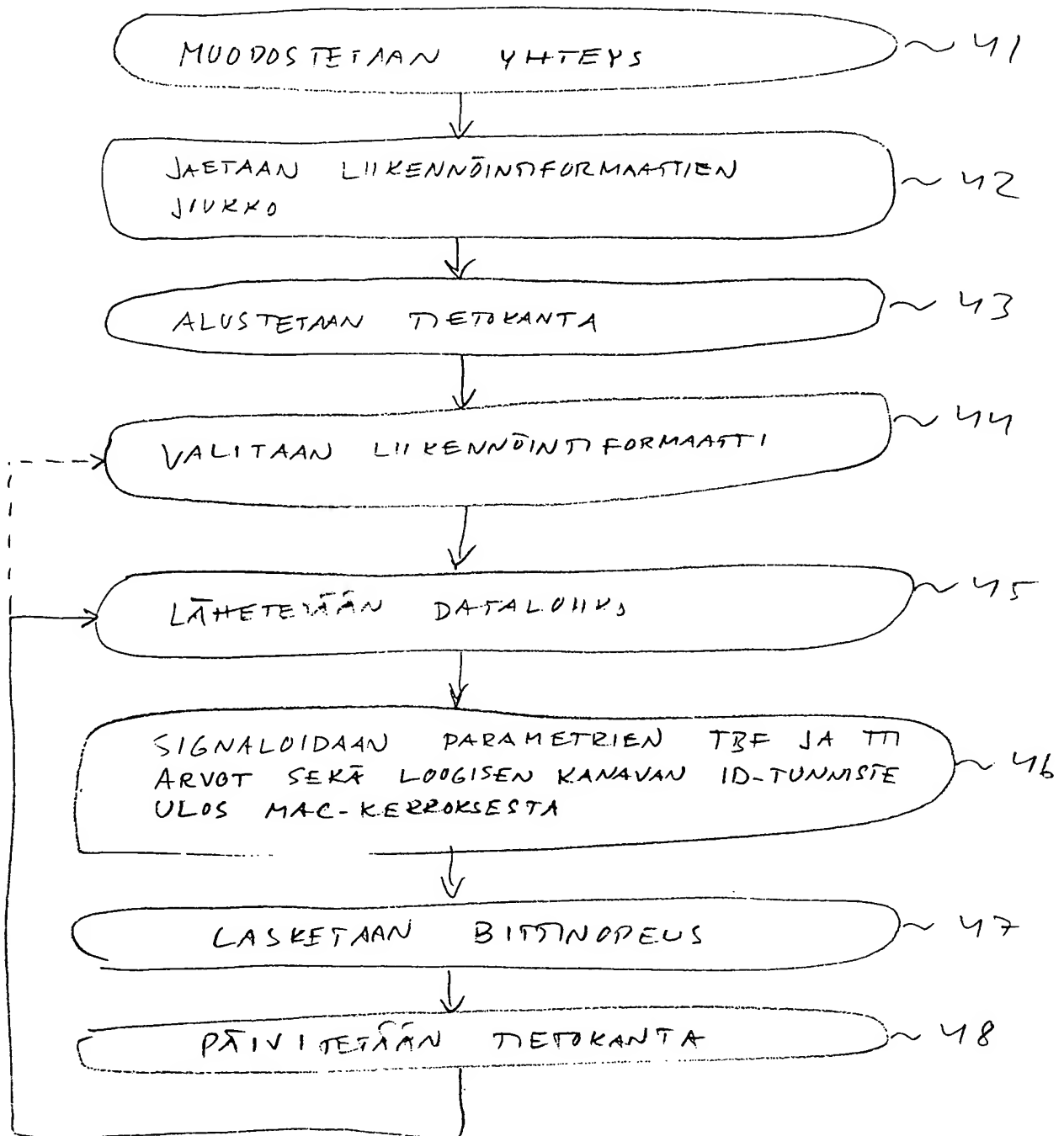


FIG. 4

5/6

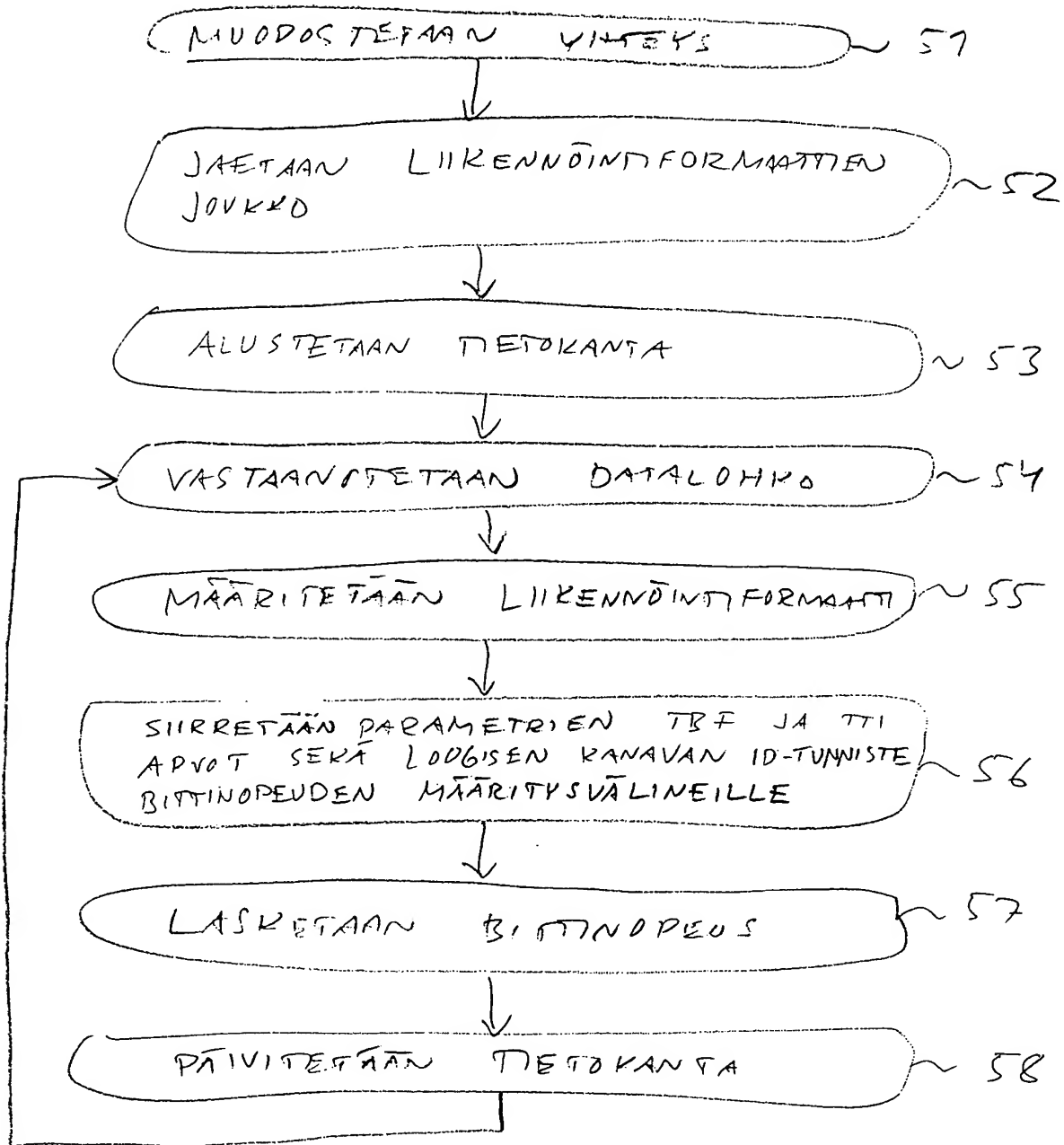


FIG. 5

6/6

L5

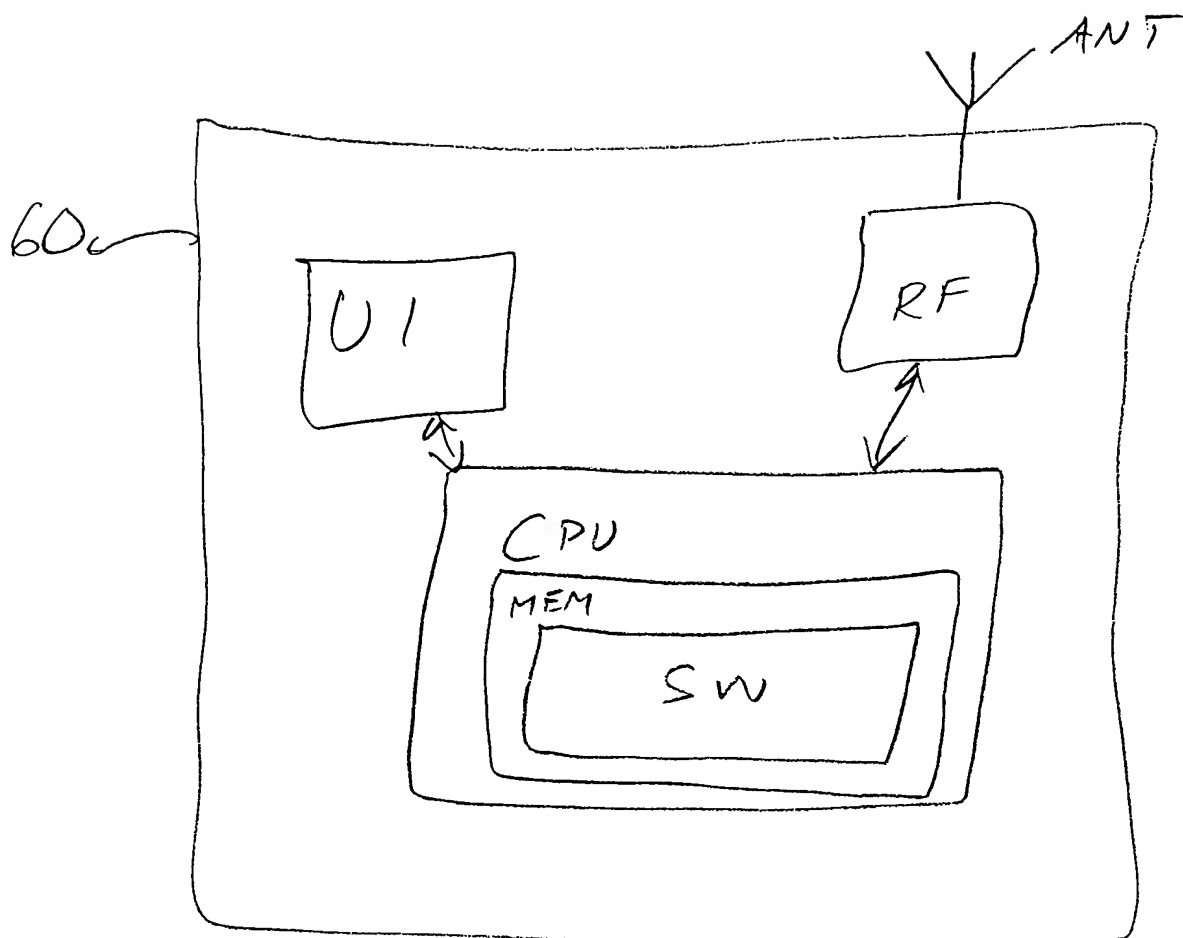



FIG. 6

JC979 U.S. PTO
10/036215
12/28/01

DECLARATION

I, Paula Nokela, Kastanjakuja 1 A 28, 01710 Vantaa, Finland, hereby declare that the attached English translation corresponds to the Finnish text originally filed in Finland on **December 29, 2000** with patent application no **20002903**.

Vantaa, **March 27, 2001**



Paula Nokela

Determination of bit rate

The present invention relates to the determination of a bit rate in a communication device. Especially, but not necessarily, the invention relates to the determination of a bit rate in a communication device intended for a third-generation mobile network.

Commercial communication networks, and cellular radio networks in particular, have grown strongly in popularity during the last years. The growth is at least partly due to the increase in the number of services and the improvement in the quality of the communication networks. At first, networks were designed primarily to support speech transmission. Cellular networks already provide, or will provide in the near future, many other services, such as short messaging, image messaging and multimedia services, as well as services giving access to the services of the Internet network. Some of these new services place more stringent requirements than usual on the network, for example, with regard to the data transmission rate of the network.

International Patent Application WO 00/33592 describes a system that provides the user of a cellular network mobile station with a forecast of the bit rate the network would probably be able to provide for a connection if the user established the connection from his / her current location. The expected bit rate is determined on the basis of the quality of the signal received by the mobile station and the data transmission properties of the mobile station and base station.

However, the method described in International Patent Application WO 00/33592 provides only an expected bit rate. It does not provide real-time or up-to-date information about the actual bit rate achieved in an already existing connection between the communication device and the network.

Now a new solution has been invented with the objective of determining an up-to-date bit rate, or at least an almost up-to-date bit rate. One of the objectives of the invention is to calculate a more accurate bit rate estimate than that provided by the

state of the art, based on the actual information flow between a first and a second communication device. The invention can be used to optimize a connection in progress in a communication device. An on-going TCP/IP connection in a third-generation communication device is an example of a connection which can be optimized.

According to a first aspect of the invention, there is provided a method of determining a bit rate in a communication device, the communication device comprising a protocol stack for transferring information to a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer, the protocol layer providing a logical channel for transferring particular first information through said protocol layer, in which method:

the first information is transferred through the protocol layer via said logical channel.

The method is characterized in that in the method:

the bit rate in said logical channel is determined on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

According to a second aspect of the invention, there is provided a method of determining a bit rate in a communication device, the communication device comprising a protocol stack for receiving information from a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer, the protocol layer providing a logical channel for transferring particular first information through said protocol layer, in which method:

the first information is transferred through the protocol layer via said logical channel.

The method is characterized in that in the method:

the bit rate in said logical channel is determined on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

According to a third aspect of the invention, there is provided a communication device comprising a protocol stack for transferring information to a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer, the protocol

layer being arranged to provide a logical channel for transferring particular first information through said protocol layer, the communication device comprising:
a processing element for transferring the first information through the protocol layer via said logical channel.

- 5 The communication device is characterized in that it comprises:
a processing element for determining the bit rate in the logical channel on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

- According to a fourth aspect of the invention, there is provided a communication
10 device comprising a protocol stack for receiving information from a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer, the protocol layer being arranged to provide a logical channel for transferring particular first information through said protocol layer, the communication device comprising:
a processing element for transferring the first information through the protocol
15 layer via said logical channel.

The communication device is characterized in that it comprises:
a processing element for determining the bit rate in the logical channel on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

- 20 Said first information is preferably the actual information to be transferred from the communication device to the second one, i.e. data, speech, video images or multimedia data. Said second information is preferably control information of the communication device.

- 25 Said communication device is preferably a terminal of a cellular communication network and said second device is preferably a network element of a cellular communication network. Alternatively, said communication device is a network element of a cellular communication network and said second communication device is a terminal of a cellular communication network. Preferably, the cellular
30 network is a third-generation mobile network. Preferably, the communication device is a device that communicates using a WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) protocol stack. In an embodiment of the invention, the communication device using the WCDMA protocol stack for communication is a

radio card that contains cellular network functions and is coupled to a PC (Personal Computer). In this embodiment, a bit rate value/bit rate values can be transferred from the radio card to an application/applications in the PC. Alternatively, said second information, which is used for bit rate determination, can be transferred from the radio card to the PC. Thus, the bit rate determination can be performed in the PC.

Preferably, said protocol layer through which information is transferred in a logical channel is the MAC (Medium Access Control) Layer of the WCDMA protocol stack.

Preferably, the bit rate is determined on the basis of control information which controls the flow of information in the logical channel. In a preferred embodiment of the invention, said control information is a transport format used to control the information flowing in the logical channel. Said control information, on the basis of which the bit rate is determined, is preferably separate from the actual information to be transferred.

Preferably, the information taken from the protocol layer in order to determine the bit rate comprises the values of the parameters TBS (Transmission Block Size) and TTI (Transmission Time Interval) in a given logical channel. Preferably, it also comprises a logical channel identifier for identifying the logical channel.

Preferably, when the communication device is transmitting information, the values of parameters TBS and TTI are taken from the MAC Layer of the WCDMA protocol stack in response to the transfer of a data block, coming from the RLC Layer of the WCDMA protocol stack, from a logical channel of the MAC Layer to a transport channel of the Physical Layer of the WCDMA protocol stack for the transmission of the data block. When the communication device is receiving information, the values of parameters TBS and TTI are preferably taken from the MAC Layer in response to the transfer of a data block, coming from a transport channel of the Physical Layer of the WCDMA protocol stack, from a logical channel of the MAC Layer to the RLC Layer of the WCDMA protocol stack.

Preferably, the bit rate in the logical channel identified by the logical channel identifier during a first period is determined on the basis of parameters TBS and TTI, where the value of parameter TBS indicates how much data can be transmitted during the period of time indicated by parameter TTI. Preferably, the values of parameters TBS and TTI are taken from the MAC Layer for the bit rate determination means only once during the period of time defined by TTI.

Preferably, the bit rate in said logical channel is determined by means of a mathematical calculation, in which the value of parameter TBS is divided by the value of parameter TTI.

Preferably, the bit rate value and/or an average thus determined is maintained and updated in a memory available for use by the communication device. In a preferred embodiment of the invention, this takes place in a particular database. The memory can be located either within the communication device or external to the communication device. For instance, if the communication device is a radio card with cellular network functions coupled to a PC, the memory available for use by the communication device can be located in the PC. The average can be calculated as a running average.

Preferably, the bit rate value and/or average thus determined is/are provided for use by the other applications and protocol layers in the communication device. In a preferred embodiment of the invention, the applications and other protocol layers in the communication device can inquire about the bit rate value from the database. The applications and other protocol layers can use the bit rate value obtained in response to the inquiry for optimizing their transmitted information flow.

In an embodiment of the invention, the bit rate in a given packet switched connection (PDP context) using more than one logical channel in the uplink and / or downlink direction is determined. In order to determine a total bit rate in a given direction, the bit rate values of the logical channels in that direction in use in the PDP context are added together.

In the following the invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings wherein:

- 5 Figure 1 shows part of the architecture of the protocol levels of a third-generation communication device,

Figure 2 shows an arrangement for bit rate determination according to an embodiment of the invention,

10

Figure 3 shows the information content of a database according to a preferred embodiment of the invention,

- 15 Figure 4 is a flow chart illustrating the bit rate determination method according to the invention in a communication device in uplink operation,

Figure 5 is a flow chart illustrating the bit rate determination method according to the invention in a communication device in downlink operation, and

- 20 Figure 6 is a block diagram showing the blocks of a mobile station suitable for carrying out the invention.

- 25 Figure 1 shows part of the architecture of the protocol levels in a terminal of a third-generation mobile communication network UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). The terminal shown in Figure 1 uses WDCMA technology. The terminal supports both packet switched and circuit switched data transmission.

- 30 Figure 1 shows the WCDMA protocol layers of the terminal: PDCP (Packet Data Convergence Protocol) 101, RLC-U (Radio Link Control - User Plane) 102, MAC (Medium Access Control) 103 and Physical Layer 104.

In uplink operation (transmission of data from the terminal to a base station, uplink transmission path), the PDCP Layer compresses the headers of the packets to be sent. Compression is required in order to make better use of the limited radio resources available for the system.

5

In downlink operation (reception of data sent from a base station to the terminal, downlink transmission path), the PDCP Layer de-compresses the headers of the packets received. Packet header compression and de-compression can be performed at least for TCP/IP packets or UDP/IP packets (User Datagram Protocol/Internet Protocol). PDCP Control Block 111 controls the operation of the PDCP Layer.

10

15

20

25

In the UMTS system, applications and services of different types are divided into different classes requiring different qualities of service, QoS. For example, the world wide web browser application and streaming applications (such as a packet-based video streaming application) of the terminal impose different requirements on the different parameters of the connection, such as the bit rate and residual bit error ratio. Applications can also impose requirements on the use of re-transmissions and so on. A PDP context (Packet Data Protocol) 121, 122 provides the PDCP Layer with information relating to the quality of service QoS. The same terminal can have one or more simultaneous PDP contexts with the network. An NSAPI (Network Layer Service Access Point Identifier) is an identifier identifying a PDP context at the PDCP Layer level. PDP contexts are used in packet switched data transmission, while circuit switched applications 123, which provide circuit switched services (such as a speech call or a circuit switched data call (for example a video call)), do not use the PDCP Layer at all but operate over the RLC-U Layer without the PDCP Layer.

30

In uplink operation, packets to be transmitted pass from the PDCP Layer to the RLC-U Units 131 - 132 of the RLC-U Layer. The RLC-U Units are identified by means of a RAB_ID identifier (Radio Access Bearer Identifier), in such a way that there is one RAB_ID corresponding to each NSAPI. The RLC Control Block controls the operation of the RLC-U Layer.

The RLC-U Unit maps the packets transferred to it by the PDCP Layer to one or more logical channel and transfers the data packets to the MAC Layer 103. Ultimately, one PDP context can use one or more logical channels.

5

In connection with circuit switched applications, the RLC-U Unit 133 gets the information flow to be transmitted directly from a circuit switched application 123. In connection with circuit switched applications, the information flow can contain only speech information (speech call) or data (data call) or both (multimedia call, 10 for example). The RLC-U Unit transfers the information flow to a logical channel of the MAC Layer.

In downlink operation, the received data packets pass through the RLC-U Units in the opposite direction to the packets to be transmitted in uplink operation. Their 15 route goes from the logical channels of the MAC Layer through the RLC-U Units to the PDCP Layer.

In the MAC Layer, the data packets flow in the logical channels of the MAC Layer. In uplink operation, the MAC Layer maps the data packets flowing in the logical 20 channels and the information flow to the transport channels of the Physical Layer for transmission over the radio link. The MAC Layer assigns the available radio resources between the different logical channels in such a way that the available radio resources are not exceeded. Ideally this is done in such a way as to use the available radio resources as efficiently as possible.

25

In downlink operation, the MAC Layer receives data packets and the information flow associated with circuit switched services from the Physical Layer to its logical channels and transfers the packets and information flow to the RLC-U Units. The logical channels of the MAC Layer are identified by a logical channel identifier (ID). 30 The logical channels are simplex (uni-directional) channels.

In uplink operation, the Physical Layer 104 performs channel coding and interleaves the packet switched data and the flow of information associated with

circuit switched services and is responsible for sending it to the base station. In downlink operation, the Physical Layer receives, de-interleaves and channel decodes the packet switched data and the information flow associated with circuit switched services sent from the base station.

5

The left-hand-side of Figure 1 shows control function blocks 105 coupled to the previously described protocol layers. The Call Control block CC performs operations related to the control of circuit switched services. Among other things, it accepts and rejects requests for call establishment. In circuit switched connections
10 the Mobility Management block MM performs operations related to roaming of the terminal.

Among other things, the Session Management block SM performs operations related to the activation, modification and de-activation of PDP-contexts. In packet
15 switched operation, it controls the configuration of the protocol stack together with the RRC Layer. The GMM block (GPRS, General Packet Radio System, Mobility Management) is responsible for mobility management (for example handovers) in packet switched operation.

20 The RRC Layer is a protocol layer responsible for the signaling of many kinds of control information between the terminal and the network. The RRC Layer sets the control parameters of the lower protocol layers (the MAC Layer and the Physical Layer) and is largely responsible for the establishment of connections between the terminal and the network.

25

The RLC-C Layer (Radio Link Control - Control Plane) performs specific operations related to the transmission of signaling messages between the terminal and the network. The RLC-C Layer, which participates in the transfer of signaling messages, and the RLC-U Layer (the RLC-U Units), which participates in the
30 transfer of the actual user data (the actual information to be sent), together form the RLC Layer as a whole.

The control function blocks 105 are aware of the NSAPI and the RAB_ID Identifier of a given connection as well as the identifiers (IDs) of the logical channels used by the connection. The control function blocks are also aware of the direction of the logical channel (uplink UL operation / downlink DL operation).

5

In a WCDMA system, the allocation of radio resources is performed as follows. When a connection is established between the terminal and the network, or when radio resources are re-allocated, the RRC Layer assigns a set of transport formats to each logical channel of the MAC Layer that is going to be used in the connection. A transport format set 141 - 144 comprises one or more transport formats 1A, 1B, 1C; 2A, 2B; 3A, 3B; 4A. A transport format is typically a data structure containing control information according to which the transmission and reception of information is controlled. Said control information comprises, among other things, parameters TBS (Transport Block Size) and TTI (Transmission Time Interval). Thus, the transport format specifies the size TBS (Transport Block Size) of the data block which can be transmitted via the logical channel during the period of time TTI. Typical TBS parameter values are 80, 160, 320, 640 or 1280 bits, for example. Parameter TTI is the same for all transport formats of a transport format set. It is a multiple of 10 ms, such as 30 ms.

20

During the transmission of data blocks, the MAC Layer can independently choose which transport format of the transport format set allocated to the logical channel it uses in the transmission of each data block. If there are several logical channels active at the same time, the MAC Layer chooses the transport formats to be used in the different logical channels in such a way that the available radio resources are not exceeded. On the other hand, the MAC Layer chooses the transport formats in such a way that the radio resources are used as efficiently as possible. The group of transport formats comprising the transport formats in use simultaneously in the different logical channels is called a transport format combination. Two different transport format combinations are shown in Figure 1. In the first combination 151, logical channel 1 uses transport format 1B, logical channel 2 uses transport format 2B, logical channel 3 uses transport format 3A and logical channel 4 (a circuit switched service) uses a fixed transport format 4A.

30

In the second combination 152, logical channel 1 uses transport format 1A, logical channel 2 uses transport format 2A, logical channel 3 uses transport format 3B and logical channel 4 uses fixed transport format 4A.

- 5 In downlink operation, the information flow (the data blocks) in Figure 1 proceeds from the bottom of the Figure to the top. To be able to read the data blocks received from the Physical Layer correctly, the MAC Layer has to know the transport format used at the transmitter. At the transmitter, a transport format indicator TFI (Transport Format Indicator), i.e. a given bit pattern, is associated
10 with the data block to be sent, which informs the MAC Layer at the receiving end (a terminal, for example) of the transport format used at the transmitter (in the network, for example).

- In the following, the invention will be described by means of an example with
15 reference to Figure 2 which illustrates a preferred embodiment of the invention implemented in a terminal of a third-generation mobile network. The protocol layers PDCP 101, RLC-U 102, MAC 103 and the WCDMA Physical Layer 104 known from Figure 1 are shown at the right-hand-side of the Figure. The control function blocks 105 known from Figure 1 are shown in a common block in the
20 middle of the Figure. The control function blocks 105 are coupled to the protocol levels 101 - 104 and to a database block 209. The user protocols 206, which can be IP (Internet Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), HTTP (HyperText Transfer Protocol) as well as WAP (Wireless Application Protocol) protocols, for example, are situated on top of the
25 PDCP Layer in the protocol stack. The application layer 207 resides on top of the user protocols 206.

- The MAC Layer is coupled to a bit rate estimation block 208 which, in turn, is coupled to the database block 209. The user protocols 206 and the application
30 layer 207 can make bit rate inquiries to the database block 209.

According to a preferred embodiment of the invention, when the MAC Layer transfers a data block from its logical channel to a transport channel in the

Physical Layer, the identifier (ID) of the logical channel, as well as the values of parameters TBS and TTI, are transferred from the MAC Layer to the bit rate estimation block according to the invention. If there is only one logical channel, it is not always absolutely necessary to use a logical channel identifier (ID), and for this reason a logical channel identifier (ID) does not always have to be transferred from the MAC Layer to the bit rate estimation block.

The bit rate estimation block 208 calculates the bit rate in the logical channel using the parameters TBS and TTI. The details of the calculation process will be explained in more detail in the description of Figure 4.

The bit rate estimation block sends the bit rate it has calculated and the logical channel identifier (ID) to database block 209 which, according to the invention, maintains information about the connections in a database. The database block is coupled to the control function blocks 105, from which the database block obtains the NSAPI and the RAB_ID identifier values corresponding to the logical channel identifier (ID), as well as the direction (UL/DL) of the logical channel.

The user protocols 206 and the applications of the application layer 207 can make inquiries to the database block 209. They can ask the database block about the bit rate achieved in a connection (PDP context) identified by an NSAPI, in the uplink or downlink operation. In this situation, the NSAPI and information about the direction (UL/DL) is delivered to the database block. In response to the inquiry, the database block returns information about the bit rate to the originator of the inquiry. The details of inquiries made by the user protocols and the applications of the application layer will be discussed again later in this description. The database can be implemented in several alternative ways which will be considered again in the description of alternative embodiments of the invention.

Figure 3 illustrates the data that the database maintained by the database block preferably comprises. In addition to the data presented here, the database can comprise other data, as will be explained in the description of the alternative embodiments of the invention.

Figure 3 also shows a possible database structure for the database 31, but it will be understood by those skilled in the art that the database 31 can also be implemented in software in other ways without departing from the characteristics of the invention. For instance, instead of one centralized database, it is possible to form a separate database for each different logical channel.

In the example shown in Figure 3 column 301 of the database 31 "Logical Channel ID" indicates the logical channel identifier (ID). Column 302, "UL/DL", indicates the direction of the logical channel, which is either downlink (from the cellular network base station to the terminal) or uplink (from the terminal to the base station). In this example, the uplink and downlink directions are denoted by numbers 1 and 0, respectively. Column 303, "NSAPI", shows the NSAPI identifier of the PDP context, corresponding to the logical channel identifier (ID). Column 304, "RAB_ID", indicates the RAB_ID identifier which corresponds to the logical channel identifier (ID). Preferably, all the identifiers mentioned above and the direction of the connection are integers. The database does not necessarily have to contain an RAB_ID identifier because the RAB_ID identifier corresponding to the NSAPI can be retrieved from the control function blocks if necessary. Typically, all the other identifiers can be retrieved from the control function blocks on the basis of the logical channel identifier (ID). However, the presence of the other identifiers in the database 31 simplifies the processing tasks when responding, for example, to a bit rate inquiry made by an application of the application layer since, in this case, the necessary identifiers can be found directly from the database 31 and they do not have to be requested separately from the control function blocks.

Column 305, "Bit Rate", maintains bit rate values (values 1 to 4) calculated and sent to the database block by the bit rate estimation block for each logical channel identified by a logical channel identifier (ID). In its simplest form the database consists only of the logical channel identifiers (ID) and the bit rate values.

In Figure 3, the columns of the database 31 contain values corresponding to the example shown in Figure 1 in which the NSAPI assigned the value 1, is mapped to

a RAB_ID whose value is 1. The RAB_ID, in turn, is mapped to two different logical channels of the MAC Layer, the identifiers (ID) of which are 1 and 2. The NSAPI assigned the value 2, is mapped to a RAB_ID having the value 2 which, in turn, is mapped to a single logical channel of the MAC Layer, the identifier (ID) of this channel being 3. The RAB_ID assigned the value 3, is mapped to one logical channel of the MAC Layer, the identifier (ID) of this channel being 4. The circuit switched application (whose RAB_ID in this case is 3) does not use the PDCP Layer at all and has therefore no NSAPI identifier. As Figure 1 illustrates the transmission of information, all the logical channels 1 to 4 are uplink channels (UL/DL=1).

The flow chart of Figure 4 illustrates the bit rate determination method according to a preferred embodiment of the invention in the uplink direction in a mobile station of a cellular communication network. First, a connection between the terminal and the network is established (block 41). In the terminal the RRC block is mainly responsible for establishing the connection. Establishing a connection results in the creation of one or more data streams, so-called data pipes, for the transmission and reception of data blocks from the PDCP Layer which pass through RLC-U Layer and the MAC Layer to the Physical Layer. A data pipe can divide into branches leading from the RLC-U Unit to more than one logical channel of the MAC Layer.

The RRC Block allocates a set of transport formats to each logical channel (block 42). The database of the database block is initialised in block 43. In the initialisation process, the database obtains the logical channel identifiers (IDs), the NSAPI and the RAB_ID identifier to be used in the connection from the control function blocks and writes them into the database.

When the actual data transmission starts, the MAC Layer receives data blocks to be transmitted from the RLC-U Block. In connection with transmission of a data block, the MAC Layer chooses the transport format to be used in each transmitting logical channel (block 44) from the transport format set previously specified by the RRC Block. The data block is then transmitted (block 45). When transmitting the

data blocks, the MAC Layer maps the logical channels to the transport channels of the Physical Layer. As a result of the mapping, the data blocks are transferred to the Physical Layer, which is responsible for actual transmission of the data blocks to the radio path. It will be understood by those skilled in the art that the MAC
5 Layer not only forwards the data blocks to the Physical Layer for transmission over the radio path but also performs other operations on them. The MAC Layer performs certain ciphering operations, for example.

When the MAC Layer transfers the data block from its logical channel to the
10 Physical Layer for transmission, the MAC Layer provides the bit rate estimation block with the identifier (ID) of the logical channel in question as well as the values of parameters TBS and TTI (block 46).

As mentioned above, the transport format defines the size TBS of the data block
15 transferred from the RLC-U Unit through the logical channel of the MAC Layer to the transport channel of the Physical Layer for transmission during the period of time TTI. Naturally, the transfer of a data block only takes place if the RLC-U Unit has something to be transmitted (a data block to be transmitted). On the other hand, if the RLC-U Unit has an amount of data to be transmitted which exceeds
20 one TBS, the remaining data blocks are transmitted under control of the MAC Layer during the next transmission time interval or intervals TTI. A different amount of data can be transmitted in different transmission time intervals TTI, depending on the transport format in use during the time interval, i.e. the transport format defines the size of the data block to be transmitted during the time interval
25 in question by means of the parameter TBS. As was already stated earlier, the transport formats for the different logical channels during different transmission time intervals TTI (that is, the transport format combination) are chosen by the MAC Layer independently, depending on the amount of data currently available.

30 As the values of parameters TBS and TTI are always delivered from the MAC Layer to the bit rate estimation block when a data block is transferred from the MAC Layer to the Physical Layer, the bit rate estimation block can estimate the bit rate achieved during time period TTI in the logical channel identified by the logical

channel identifier (ID). The bit rate is calculated (block 47) by dividing the size of the data block TBS by the transmission time interval TTI. If, for instance, TBS and TTI are 640 bits and 30 ms, respectively, the bit rate is $640/0.030$ bit/s, that is approximately 21.3 kbit/s. This represents the bit rate in the logical channel during the 30 ms time interval in question. This bit rate will be called the instantaneous bit rate.

It is sufficient that the values of parameters TBS and TTI as well as the logical channel identifier (ID) are provided only once during a time interval TTI. If there are no data blocks flowing in the logical channel, the values of parameters TBS and TTI are not delivered to the bit rate estimation block. Preferably, the bit rate estimation block thus concludes that the logical channel is in an IDLE state, i.e. no data is transmitted through it during transmission time interval TTI.

The bit rate estimation block transfers the calculated bit rate, together with the identifier (ID) of the logical channel in question to the database block which updates the bit rate value for the logical channel in the database on the basis of the identifier (ID) of the logical channel in question (block 48). If the values of parameters TBS and TTI are not delivered to the bit rate estimation block during time period TTI, the MAC Layer has not transferred a data block to the Physical Layer for transmission during that particular TTI and, consequently, the bit rate value is not updated in the database and the earlier bit rate value remains valid. In this case, the bit rate value in the database generally represents the maximum available bit rate in the logical channel, assuming that the transport format of the logical channel has not been changed. The process returns from block 48 to block 45 for transmission of the next data block. The arrow from block 48 continues as a broken line to block 44 where a new transport format can be chosen for the logical channel for the transmission of the data block.

In the flow chart of Figure 5, the bit rate determination method according to the invention is illustrated in the downlink direction in a mobile station of a cellular communication network. A connection is established between the network and the terminal in the same way as explained in the description of Figure 4 (block 51).

The RRC Block allocates a set of transport formats to each logical channel of the MAC Layer (block 52). The RRC Block has agreed the transport format set to be used in the connection with the other peer, in this example the network, during the connection establishment phase. The database of the database block is initialised in block 53 in the same way as in Block 43. After this, reception of data blocks commences (block 54). So that it can read the data blocks received, the MAC Layer first determines the transport format in use in each receiving logical channel (block 55). As described above, the transmitter (the network) has associated a transport format indicator (TFI) with the transmitted data block. The MAC Layer uses this information to determine the transport format.

When receiving data blocks, the MAC Layer transfers a data block arriving from the Physical Layer to an RLC-U Unit in the RLC-U Layer. When transferring the data block, the MAC Layer provides the identifier (ID) of the logical channel and the values of parameters TBS and TTI to the bit rate estimation block (block 56).

The bit rate estimation block calculates the bit rate achieved in the logical channel identified by the logical channel identifier (ID) during the TTI in question. The bit rate is estimated (block 57) by dividing the size TBS of the received data block by the transmission time interval TTI, in a manner corresponding to that described in connection with the transmission of data blocks. If the MAC Layer does not transfer data blocks, the values of parameters TBS and TTI are not delivered to the bit rate estimation block.

The bit rate estimation block transfers the calculated bit rate as well as the identifier (ID) of the logical channel in question, to the database block which updates the bit rate value for the logical channel in the database, on the basis of the identifier (ID) of the logical channel in question (block 58). If the values of parameters TBS and TTI are not delivered to the bit rate estimation block, no bit rate value is sent to the database block to update the database. The process returns from block 58 to block 54, for reception of the next data block.

In the following, several other preferred and alternative embodiments of the invention will be described. The transport format in use in a logical channel can be changed at the moment when a first transmission time interval ends and a second transmission time interval begins. Correspondingly, when the transport format changes, the bit rate can also change. The bit rate can vary greatly depending on which transport format of the transport format set is currently in use in the logical channel. It is therefore practical to maintain bit rate averages in the database, in addition to the real-time or current bit rate in the present transmission time interval TTI (or that just ended), in order to get an overall picture of the bit rate behaviour over a longer period of time.

In an alternative embodiment of the invention, a bit rate average for each logical channel is maintained in the database of the database block, in addition to the bit rate (instantaneous bit rate) for the current transmission time interval (or that just ended). Preferably, this is implemented in the form of a running average. The running average takes into account a given number (e.g. 10) of the latest bit rate values calculated by the bit rate estimation block for a given logical channel. When the database block receives a new bit rate value from the bit rate estimation block, the database updates the running average by adding the ten most recent instantaneous bit rate values together, dividing the sum by 10 and storing the result in the database. Thus, in this embodiment, at any given time the database comprises the ten most recent bit rate values and their average.

If the transmission time interval TTI changes during these ten periods of time, the average does not necessarily represent an exactly correct value for the actual average bit rate. The length of the transmission time interval TTI may change if the MAC Layer gets a new transport format set in the middle of an existing connection in which the value of parameter TTI is different from that in the earlier transport format set. In this case, a more accurate bit rate value is obtained from the sum $\sum [a_i(TBS/TTI)_i]$ where index i runs from 1 to 10, $(TBS/TTI)_i$ is the instantaneous bit rate in transmission time interval i and a_i is a weighting coefficient for transmission time interval i . For each transmission time interval the weighting coefficient a_i is

calculated from the equation $a_i = TTI_i / (\sum TTI)$ where TTI_i is the length of the transmission time interval and $\sum TTI$ is the sum of the lengths of all transmission time intervals (in this case the sum of the ten most recent transmission time intervals). In this alternative embodiment of the invention, the database block
 5 calculates the bit rate average on the basis of the instantaneous bit rates delivered to it by the bit rate estimation block using the equation mentioned above.

In another alternative embodiment of the invention, a fixed average is calculated instead of a running average. In this case an average is calculated using all bit
 10 rate values delivered to the database block by the bit rate estimation block after a given moment of time (e.g. after the moment of activation of the PDP context).

In another alternative embodiment of the invention, the database block maintains information on the total capacity of the MAC Layer. The database blocks scans
 15 and periodically (e.g. at 0.2 second intervals) adds together the bit rate values of all logical channels to obtain the total bit rate of the whole MAC Layer and writes the total bit rate value into the database. Here it should be appreciated that if there is no on-going transmission / reception, the bit rate value in the database does not necessarily represent the actual bit rate but rather the maximum available capacity
 20 in the logical channel. Hence, if a logical channel is in an IDLE state, i.e. it is not transmitting / receiving data blocks, an "out-of-date" bit rate value may be recorded in the database for the channel in question since, in a preferred embodiment of the invention, the value is updated only when transmission / reception is taking place. The out-of-date bit rate value is ignored when
 25 determining the total bit rate. For instance, the database block can record the moments at which the last bit rate value update was made and conclude that the bit rate value is "out-of-date" if the last update was performed substantially more than one transmission time interval TTI prior to the present moment.

30 In connection with the previous description of a preferred embodiment of the invention (both in the example of data transmission and data reception), it was mentioned that the values of parameters TBS and TTI are not delivered to the bit

rate estimation block if there are no data blocks flowing in the logical channel. Furthermore, it was stated that if the values of parameters TBS and TTI are not delivered to the bit rate estimation block during time period TTI the bit rate value is not updated in the database but the earlier bit rate value remains valid.

5

However, another alternative embodiment of the invention operates in a different manner. If data blocks are not flowing in a logical channel, the values of parameters TBS and TTI are still not delivered to the bit rate estimation block. The bit rate estimation block thus concludes that the logical channel is in an IDLE state, i.e. no data will pass through it during the transmission time interval TTI in question. Therefore, in this embodiment, the bit rate estimation block sends a bit rate value of 0 to the database block, together with the identifier (ID) of the logical channel. The database block updates the database entry for the logical channel specified by the identifier (ID) with a bit rate value of 0. In this way, the database can be kept up-to-date even when no data is being transmitted / received.

15

As suggested above, the user protocols and the applications of the application layer can request instantaneous bit rate values and / or averages from the database. These inquiries take place according to a particular program process. Depending on the response obtained from the database, the protocols and applications can then adapt their own operation.

20

In an embodiment of the invention, a packet-based video application asks the database block about the bit rate achieved in the uplink direction in a particular connection (PDP context) identified by a NSAPI. Because a PDP context can use one or more individual logical channels (a PDP context can be mapped to one or more logical channel), the bit rate for a given PDP context can be obtained by adding together the bit rates in the logical channels used by the PDP context. The video application sends the NSAPI and direction (UL) to the database block according to a program process. On the basis of the NSAPI and direction (UL), the database block retrieves the bit rate values of those logical channels operating in the uplink direction in the PDP context identified by the NSAPI. The database block adds the bit rate values of the different logical channels together to obtain

25

30

the total bit rate used in the connection identified by the NSAPI. Depending on the request, the database block can return either the total bit rate during the latest transmission time interval, the sum of the running average of the bit rates of the different logical channels in use by the PDP context, or both these values to the video application. In response to the inquiry made by the video application, the database returns by default the sum of the bit rates in the different logical channels in use by the PDP context in question during the most recent transmission time interval TTI. This represents the total bit rate value for the PDP context in question at the MAC Layer level.

After receiving the response, the video application can adapt the data flow it transmits to the protocol layer on the basis of the available MAC Layer bit rate. For instance, the video application can reduce the amount of data to be transmitted in the video stream if the available bit rate is low. The amount of data in the video stream can be reduced, for example, by decreasing the resolution of the image to be transmitted or the frame repetition rate. Alternatively or additionally, the video application can either increase or decrease the compression of the video stream on the basis of the available bit rate. Here, the bit rate value obtained in response to the inquiry represents the available bit rate. In other words, the video application assumes that the bit rate value obtained in response to the inquiry represents the bit rate that can be achieved at that moment of time.

In another embodiment of the invention, the TCP / IP stack (which belongs to the user protocols, see Figure 2) requests the bit rate from the database block in a similar way and, on the basis of the bit rate, makes a decision to start or stop end-to-end IP payload compression. Alternatively or in addition, the TCP/IP stack can adjust the "TCP Sliding Window" mechanism on the basis of the bit rate, for example in such a way that the size of the window is decreased if the available bit rate is low and the size of the window is increased if the available bit rate is high. In this way, the invention provides a means for optimizing a TCP/IP connection, for example.

In an alternative embodiment of the invention, instantaneous bit rate values and / or bit rate averages are transferred automatically from the database block to the user protocols and / or applications of the application layer. For instance, a program process under control of an application can be used to determine when the transfer of values will start and when it will stop.

Furthermore, in an embodiment of the invention, the total bit rate of two or more PDP contexts in a particular direction is determined by adding together the bit rates of the logical channels in use in the PDP contexts in the direction in question, or by adding together the bit rate values obtained for the different PDP contexts.

Furthermore, in an embodiment of the invention, an estimate of the actual bit rate is calculated at the level of a layer other than the MAC Layer. For example, an estimate of the throughput of the PDCP Layer can be calculated on the basis of a bit rate determined at the level of the MAC Layer by taking into account the effect of the headers and control information added and / or removed at different protocol layers.

The invention is implemented in a communication device mainly by means of software. Figure 6 is a block diagram of a mobile station suitable for carrying out the invention. The mobile station 60 comprises processing means CPU, a radio part RF and a user interface UI. The radio part RF and user interface UI are coupled to the processing means CPU. The user interface comprises a display and a keyboard to enable use of the mobile station 60. The processing means CPU comprise a microprocessor (not shown in Figure 6), a memory MEM and software SW. The software SW of the mobile station 60 is stored in the memory MEM, which preferably comprises both RAM, Random Access Memory, and ROM, Read Only Memory. The microprocessor controls the operation of the mobile station 60, such as the use of the radio part, presentation of information on the user interface UI and the reading of inputs received from the user interface UI, on the basis of the software SW. The software SW comprises a WCDMA protocol stack according to which the radio part RF performs wireless transmission and reception of data blocks by means of its antenna ANT. The WCDMA protocol

stack comprises a MAC Layer. Bit rate determination and maintenance of the database according to the invention are performed by the microprocessor using the software SW and memory MEM. The database according to the invention is implemented in the memory available for use by the mobile station 60. The mobile
5 station can also comprise a microphone and a loudspeaker (not shown in Figure 6) for receiving and re-producing a speech signal.

The invention can not only be used for bit rate determination in a terminal but also in the WCDMA protocol stack of another peer. Here the other peer is a network
10 element of the cellular communication network, such as a base station, which transmits data to the terminal and / or receives data from the terminal.

In this description, the implementation and embodiments of the invention have been described with the aid of examples. It will be understood by a person skilled
15 in the art that the invention is not limited to the details of the previously presented embodiments and that the invention may also be implemented in other forms without departing from the characteristics of the invention. The embodiments described herein should therefore be considered illustrative and not restrictive. Consequently, the possibilities for implementing and using the invention are limited
20 solely by the appended claims. The different alternative implementations of the invention defined in the claims, including equivalent implementations, belong within the scope of the invention.

Claims

1. A method of determining a bit rate in a communication device, the communication device comprising a protocol stack for transferring information to a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer, the protocol layer providing a logical channel for transferring particular first information through said protocol layer, in which method:

the first information is transferred through the protocol layer via said logical channel, **characterized** in that:

the bit rate in said logical channel is determined on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

2. A method according to claim 1, **characterized** in that:

said second information is selected from the protocol layer, the second information indicating how much first information is transferred through the protocol layer via said logical channel during a given first period of time; and

the bit rate during the first period of time in the logical channel is determined on the basis of said second information selected from the protocol layer.

3. A method according to claim 1, **characterized** in that the bit rate is determined on the basis of said second information, the second information being control information by which the flow of information in said logical channel is controlled.

4. A method according to claim 1, **characterized** in that the bit rate is determined on the basis of second information that is separate with respect to the first information to be transferred to said second communication device, the second information being control information arranged to control the operation of said protocol layer.

5. A method according to claim 1, **characterized** in that a given transport format is used to control the first information that flows in the logical channel, and the

bit rate is determined on the basis of the transport format in use in said logical channel.

- 5 6. A method according to claim 1, **characterized** in that said protocol stack is a WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) protocol stack and that the communication device communicates with said second communication device using the WCDMA protocol stack.
- 10 7. A method according to claim 1, **characterized** in that said protocol layer through which the first information is transferred in the logical channel is the MAC (Medium Access Control) Layer of the WCDMA protocol stack.
- 15 8. A method according to claim 1, **characterized** in that said communication device is a wireless terminal of a cellular communication network and the second communication device is a network element of a cellular communication network.
- 20 9. A method according to claim 1, **characterized** in that said communication device is a network element of a cellular communication network and said second communication device is a wireless terminal of a cellular communication network.
- 25 10. A method according to claim 5, **characterized** in that said transport format comprises parameters TBS (Transmission Block Size) and TTI (Transmission Time Interval), and the bit rate in a given logical channel is determined on the basis of the values of said parameters.
- 30 11. A method according to claim 1, **characterized** in that more than one logical channel passes through said protocol layer and the logical channels are identified by a given logical channel identifier.
12. A method according to claims 10 and 11, **characterized** in that the bit rate during a first period of time in a logical channel identified by a logical channel

identifier is determined on the basis of parameters TBS and TTI, wherein the value of the parameter TBS determines the amount of data that can be transmitted during a period of time defined by parameter TTI.

5 13.A method according to claim 12, **characterized** in that the value of parameter TTI determines the length of said first period of time.

10 14.A method according to claim 6, **characterized** in that said second information, on the basis of which the bit rate is determined, is taken from the MAC Layer of the WCDMA protocol stack in response to the transfer of a data block coming from the RLC Layer of the WCDMA protocol stack from a logical channel of the MAC Layer to a transport channel of the Physical Layer of the WCDMA protocol stack for the transmission of the data block.

15 15.A method according to claims 12 and 14, **characterized** in that said second information, on the basis of which the bit rate is determined, is taken from said protocol layer only once during said first period of time.

20 16.A method according to claim 12, **characterized** in that the bit rate in said logical channel is determined by means of a mathematical calculation in which the value of parameter TBS is divided by the value of parameter TTI.

25 17.A method according to claim 12, **characterized** in that the bit rate value in the logical channel is determined repeatedly.

18.A method according to claim 17, **characterized** in that said repeatedly determined bit rate value is maintained and updated in a memory available for use by the communication device.

30 19.A method according to claim 17, **characterized** in that an average bit rate in said logical channel is calculated.

20.A method according to claim 19, **characterized** in that said average is calculated as a running average.

5 21.A method according to claim 19, **characterized** in that said average is maintained and updated in a memory available for use by the communication device.

10 22.A method according to claim 1, **characterized** in that the value of the determined bit rate is provided to a given application in the communication device.

15 23.A method according to claim 22, **characterized** in that said bit rate value provided to an application is used to optimize an information flow produced by the application.

24.A method according to claim 1, **characterized** in that the determined bit rate is provided for a given other protocol layer in the communication device.

20 25.A method according to claim 24, **characterized** in that said bit rate value provided to another protocol layer is used to optimize an information flow transmitted by said other protocol layer.

25 26.A method according to claim 1, **characterized** in that more than one logical channel passes through said protocol layer and that a given PDP (Packet Data Protocol) context uses more than one logical channel for transmitting the first information to said second communication device, in which method:

the total bit rate of the given PDP context in a given direction (UL/DL) during said period of time is determined by adding the bit rate values of the logical channels in use in said direction in the PDP context.

30

27.A method of determining a bit rate in a communication device, the communication device comprising a protocol stack for receiving information from a second communication device, the protocol stack comprising a protocol

layer, the protocol layer providing a logical channel for transferring particular first information through said protocol layer, in which method:

the first information is transferred through the protocol layer via said logical channel, **characterized** in that:

5 the bit rate in said logical channel is determined on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

10 28.A method according to claim 27, **characterized** in that said communication device comprises a WCDMA protocol stack and that said second information, on the basis of which the bit rate is determined, is taken from the MAC Layer of the WCDMA protocol stack.

15 29.A communication device (60) comprising a protocol stack for transferring information to a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer (103), the protocol layer being arranged to provide a logical channel (141 - 144) for transferring particular first information through said protocol layer, the communication device comprising:

20 a processing element (CPU) for transferring the first information through the protocol layer (103) via said logical channel, **characterized** in that the communication device comprises:

a processing element (CPU, 208) for determining the bit rate in the logical channel (141 - 144) on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

25 30.A communication device according to claim 29, **characterized** in that the communication device comprises:

30 a processing element (CPU) for selecting said second information from the protocol layer, the second information indicating how much first information is transferred through the protocol layer via said logical channel during a given first period of time; and

a processing element (CPU, 208) for determining the bit rate in the logical channel during the first period of time on the basis of said second information selected from the protocol layer.

31.A communication device according to claim 29, **characterized** in that it comprises a processing element (CPU, 208) for determining the bit rate value in the logical channel repeatedly.

5

32.A communication device according to claim 31, **characterized** in that it comprises a database (209) and said repeatedly determined bit rate value is maintained and updated in a memory available for use by the communication device.

10

33.A communication device according to claim 29, **characterized** in that it comprises a processing element (CPU, 208, 209) for calculating an average of the bit rate in the logical channel.

15

34.A communication device according to claim 33, **characterized** in that it comprises a processing element (CPU, 208, 209) for calculating said average as a running average.

20

35.A communication device according to claim 33, **characterized** in that it comprises a database (209) for maintaining and updating said average.

25

36.A communication device (60) comprising a protocol stack for receiving information from a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer (103), the protocol layer being arranged to provide a logical channel (141 - 144) for transferring particular first information through said protocol layer, the communication device comprising:

a processing element (CPU) for transferring the first information through the protocol layer (103) via said logical channel, **characterized** in that the communication device comprises:

30

a processing element (CPU, 208) for determining the bit rate in the logical channel (141 - 144) on the basis of second information obtainable from said protocol layer.

(57) Abstract

This invention relates to a method of determining a bit rate in a communication device (60), the communication device comprising a protocol stack for transferring
5 information to a second communication device, the protocol stack comprising a protocol layer (103), the protocol layer providing a logical channel (141 - 144) for transferring particular first information said protocol layer In the method, the first information is transferred through the protocol layer (103) via said logical channel (141 - 144). In the method, the bit rate in said logical channel (141 - 144) is
10 determined on the basis of second information obtainable from said protocol layer (103). The invention also relates to a method of determining a bit rate when the communication device (60) is receiving information. The invention is also directed to corresponding transmitting and receiving communication devices (60).

15 Figure 2.

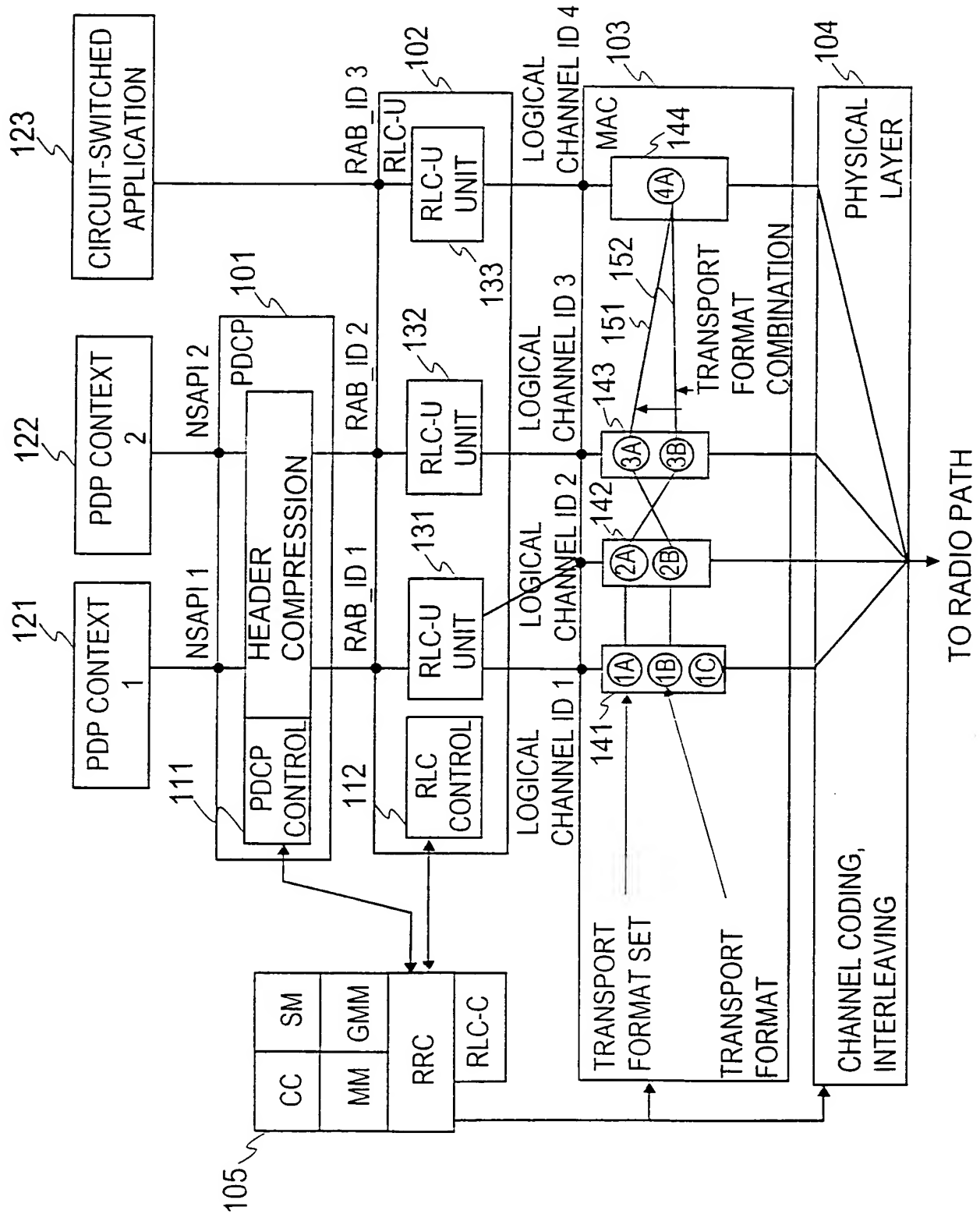


Fig. 1

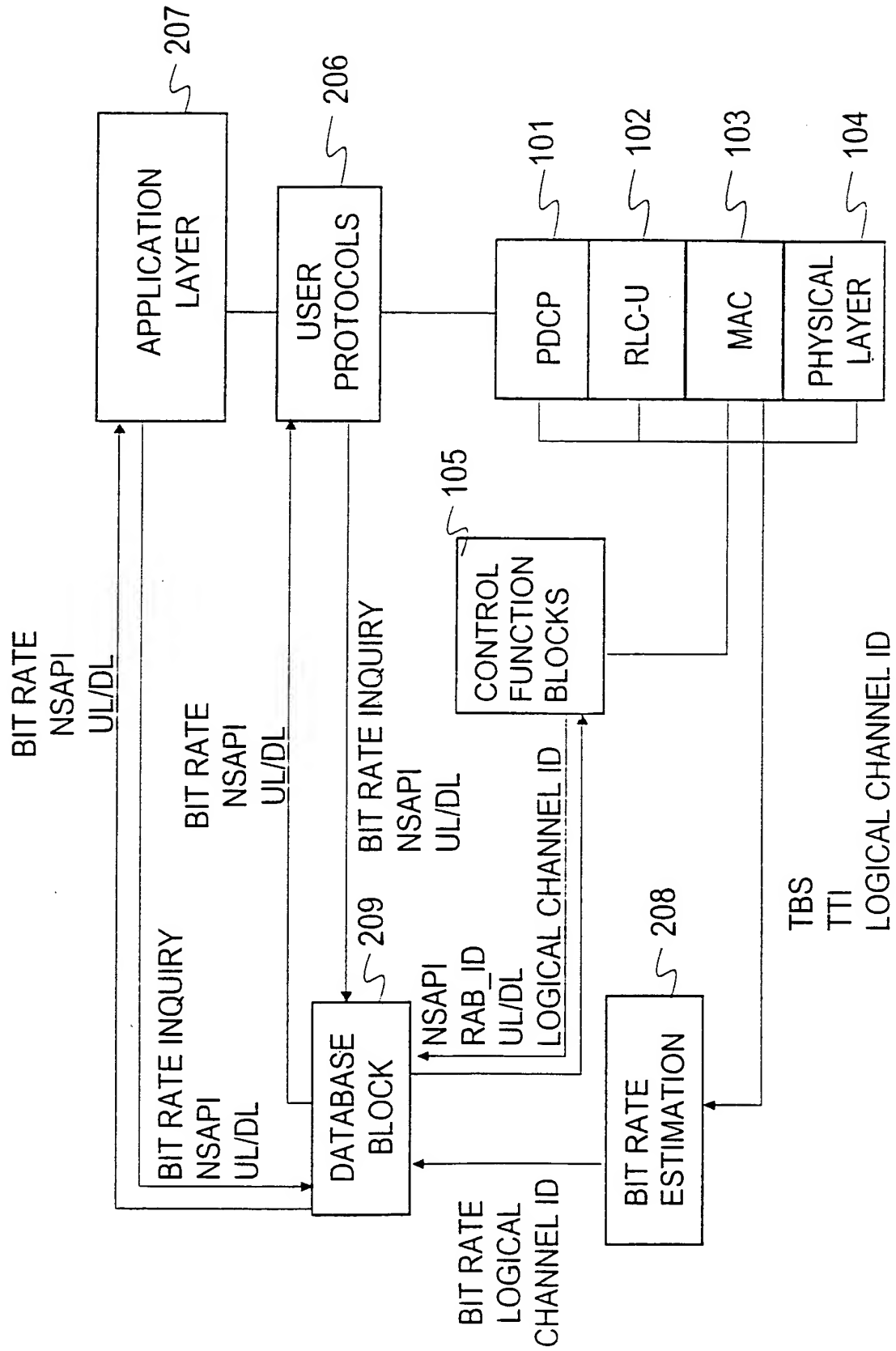


Fig. 2

LOGICAL CHANNEL ID	301	302	303	304	305
LOGICAL CHANNEL ID	UL/DL (UL=1,DL=0)	NSAPI	RAB_ID	BIT RATE	
1	1	1	1	VALUE 1	
2	1	1	1	VALUE 2	
3	1	2	2	VALUE 3	
4	1	-	3	VALUE 4	

Fig. 3

4/6

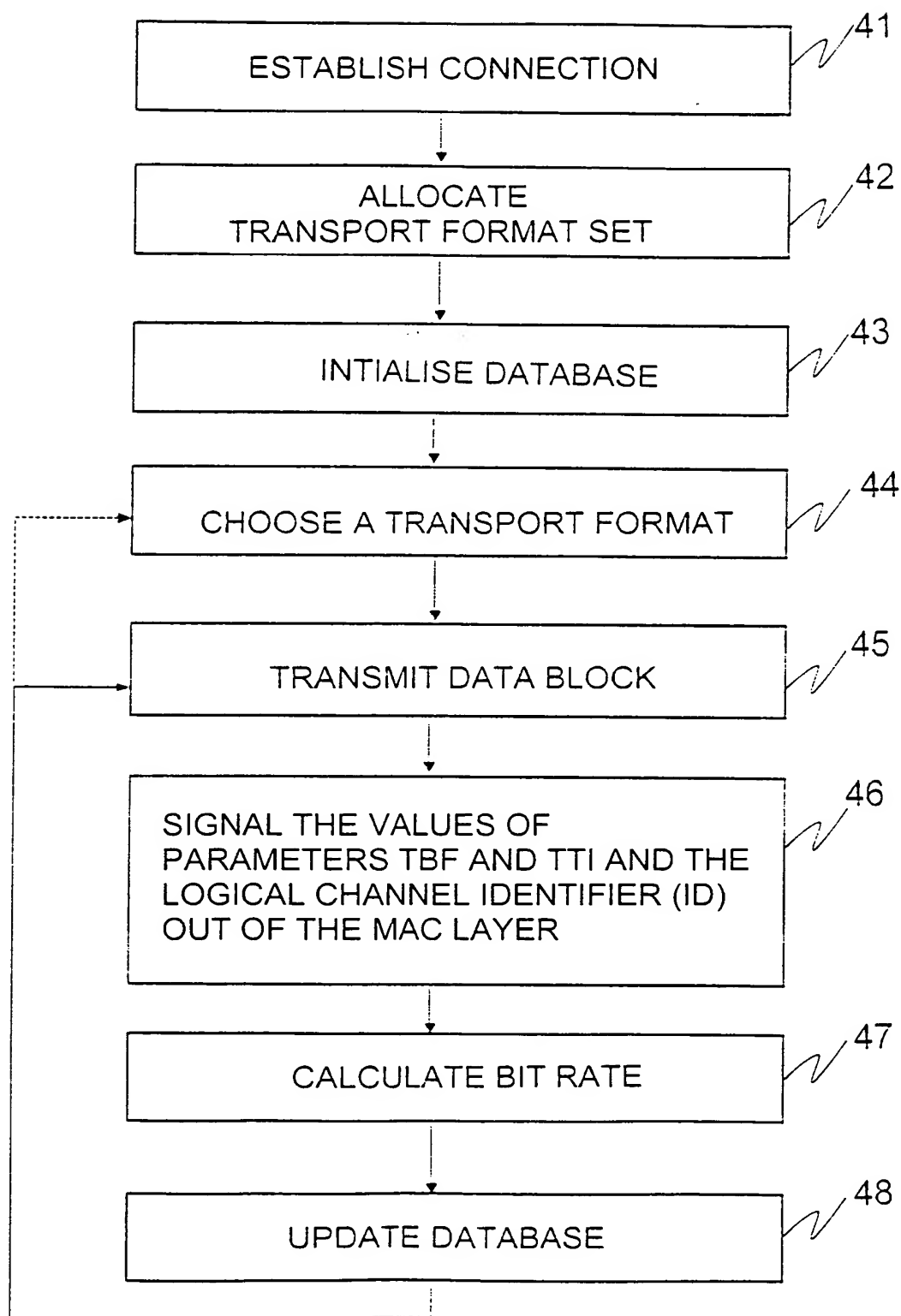


Fig. 4

5/6

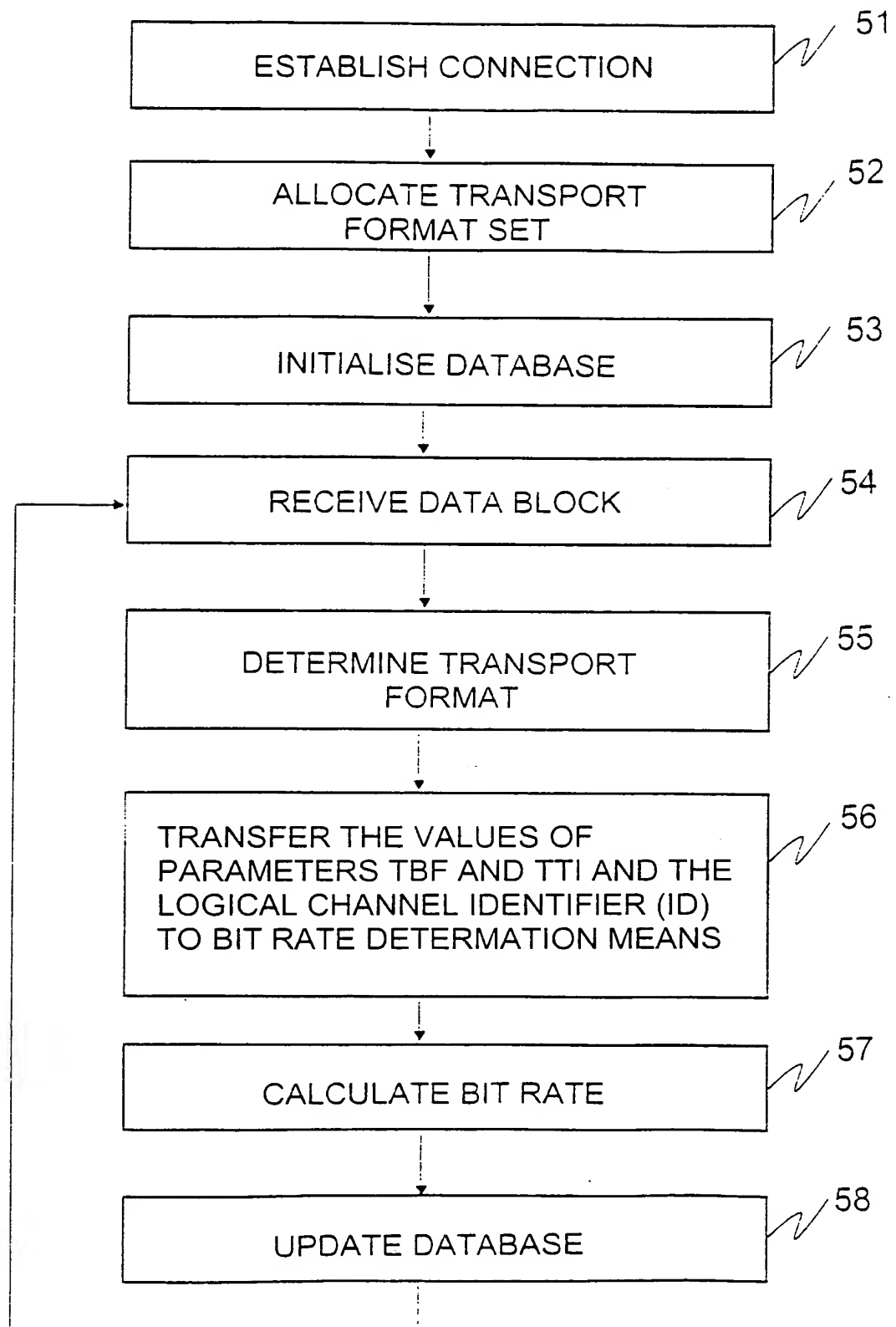


Fig. 5

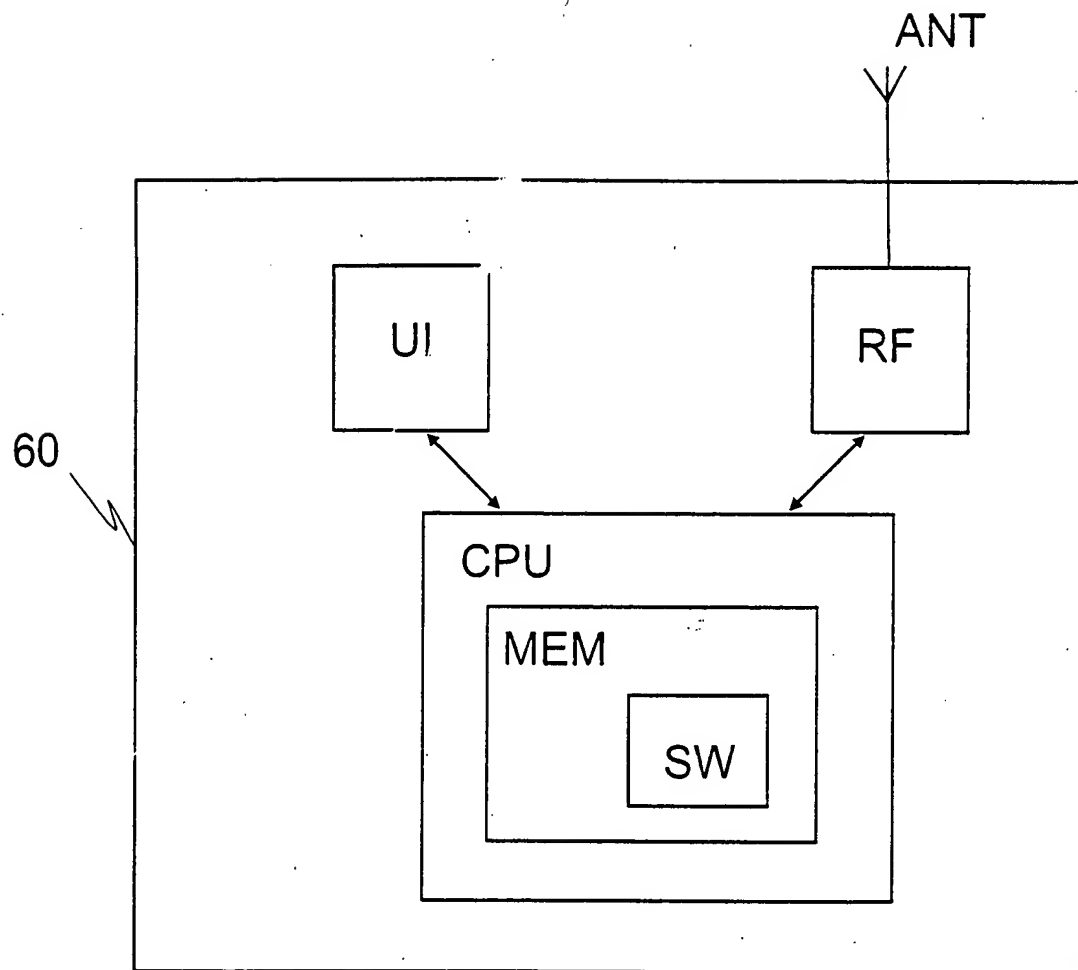


Fig. 6